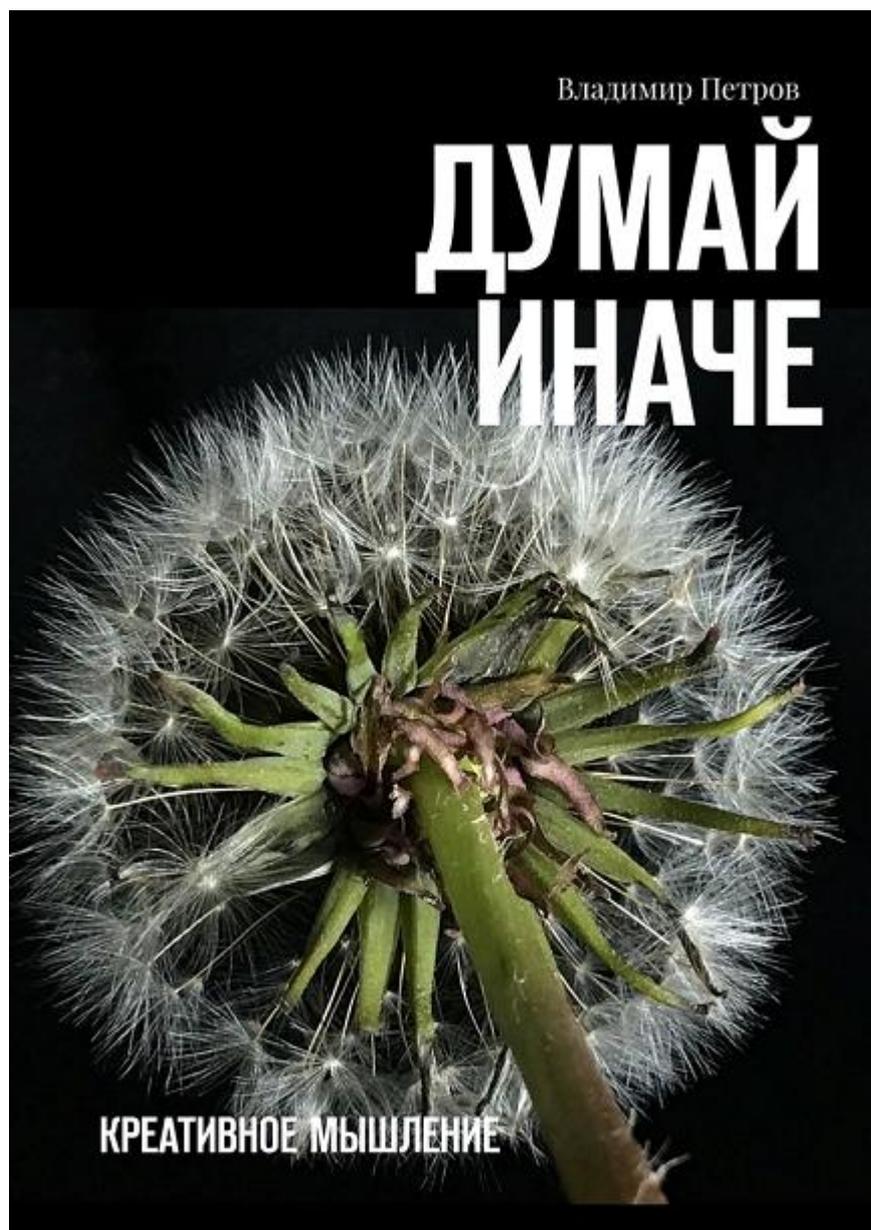


Владимир Петров
Думай иначе. Креативное мышление



ISBN 9785449606785

Аннотация

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...

Думай иначе
Креативное мышление

Владимир Петров

© Владимир Петров, 2018

ISBN 978-5-4496-0678-5

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

– 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...

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 этот 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 приоткроет 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 сравнения ¹.

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

1.2. Аналогия с природой

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

Биони́ка (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 технике ².

¹ **Аналогия** – материал из Википедии.

² **Бионика** – материал из Википедии.

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 меньшая и достаточно малого движения крыльев, и движения тем более медленного, чем птица больше. И у человека тоже запас силы в ногах – больший, 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).

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.

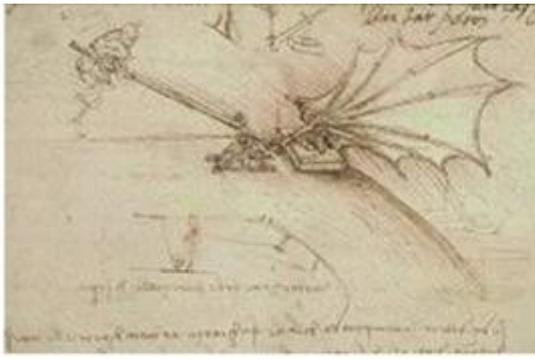


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.1. Механизм бьющихся крыльев

Пример 1.2. Механизм крыла ⁵

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, ударяя 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).

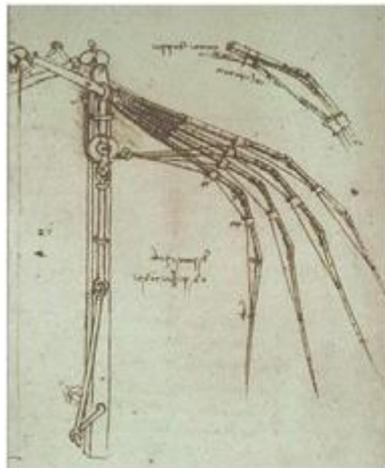
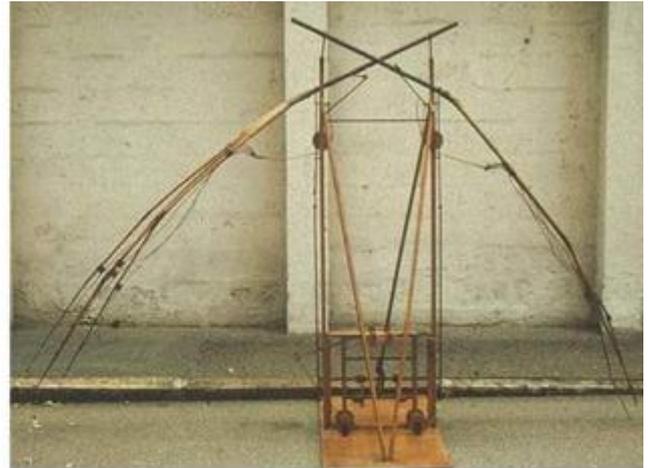


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.2. Механизм крыла

Пример 1.3. Воздушный винт – вертолет ⁷

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

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

пропитать 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 противостоят 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).

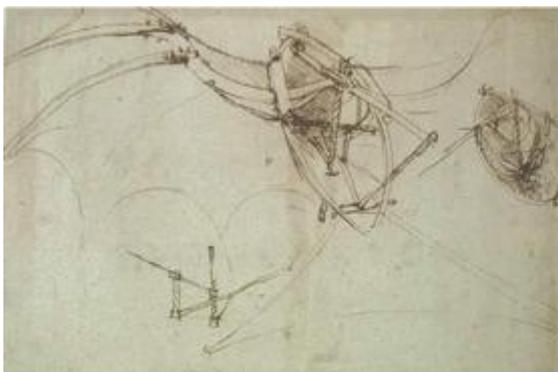
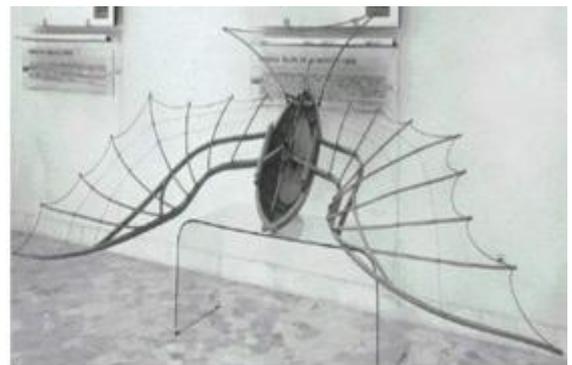


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.4. Планер с хвостом для управления полетом

Пример 1.5. Структура крыла

⁹ V.U. 8 r. Leonardo da Vinci

Леонардо писал: «Помни, что птица твоя должна подражать не иному чему, как летучей мыши, 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 мыши 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 г. Leonardo da Vinci

¹¹ V.U. 6 г. Leonardo da Vinci

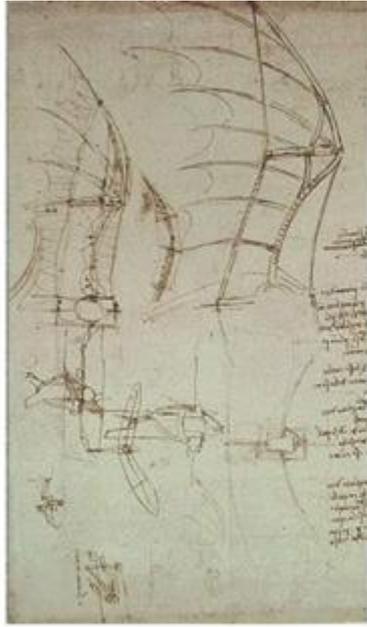


Рисунок Леонардо да Винчи



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

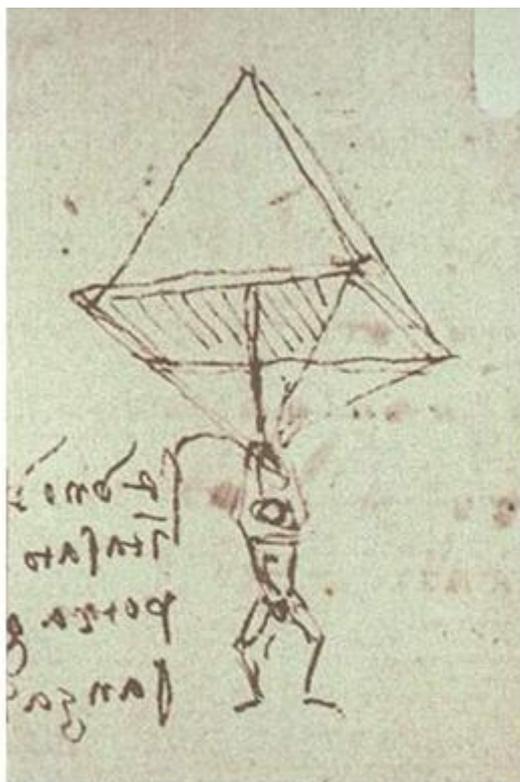
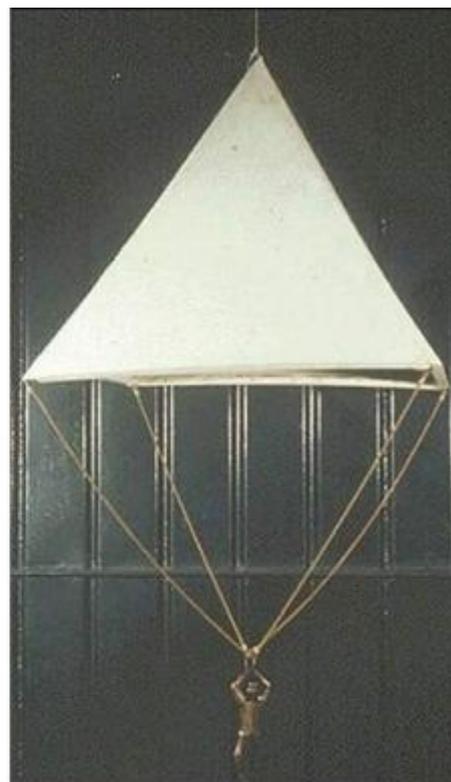


Рисунок Леонардо да Винчи



Модель

Рис. 1.7. Парашют

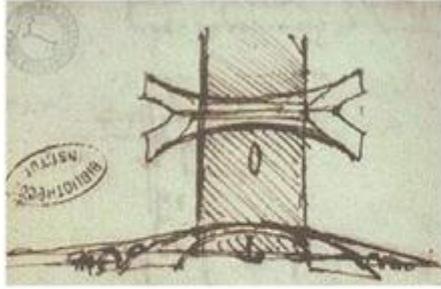
Пример 1.8. Мост Леонардо да Винчи

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 Е-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, удастся 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 наутилус хочет опуститься на глубину, он

наполняет камеры водой, а для того, чтобы подняться, набирает газ, который вытесняет воду. Раковина становится легкой и всплывает.

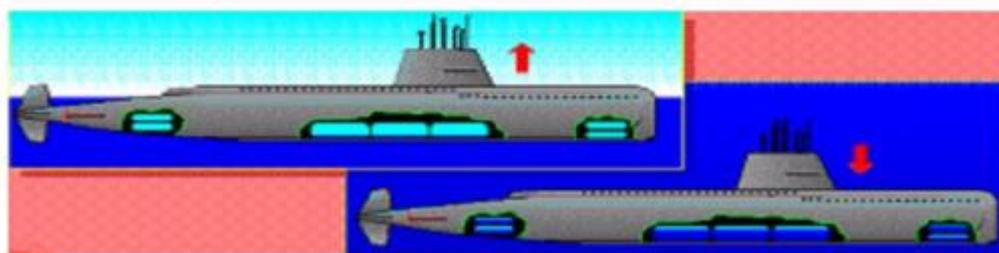
На этом принципе работает подводная лодка (рис. 1.10).



Моллюск Наутилус



Раковина моллюска Наутилуса



Принцип опускания и поднятия подводной лодки

Рис. 1.10. Наутилус

Пример 1.11. Мечехвост

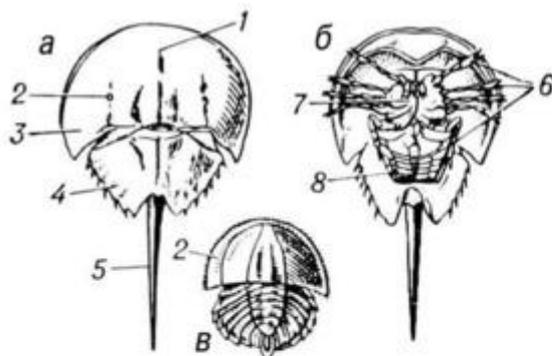
Мечехвосты (Xiphosura), отряд преимущественно вымерших морских членистоногих животных класса меростомовых. Уплощенное тело (длиной до 90 см) состоит из головогруди с 6 парами конечностей, служащих для передвижения, захвата пищи и ее размельчения, и брюшка с хвостовым шипом и 6 парами листовидных конечностей 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

¹⁴ **Омматидий** (от греч. *ομμα*, род. падеж *οmmatos* – 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 зрения в 20°). Таким образом, любое движение врага или добычи мгновенно улавливается хотя бы одним из омматидий.

усиливать 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.

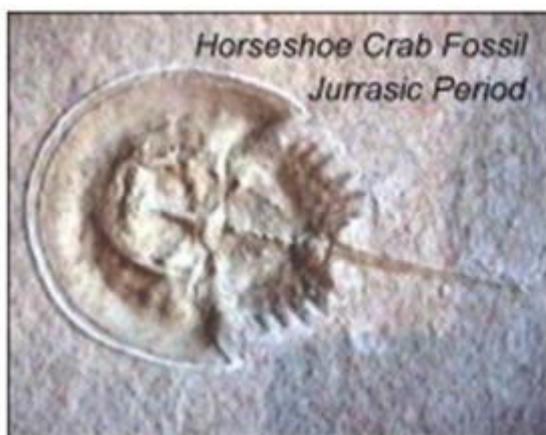
По принципу глаза мечехвоста *спроектированы* электронные модели и схемы систем, например, для получения снимков небесных светил, аэрофотосъемки со спутников и т. д.



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.

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

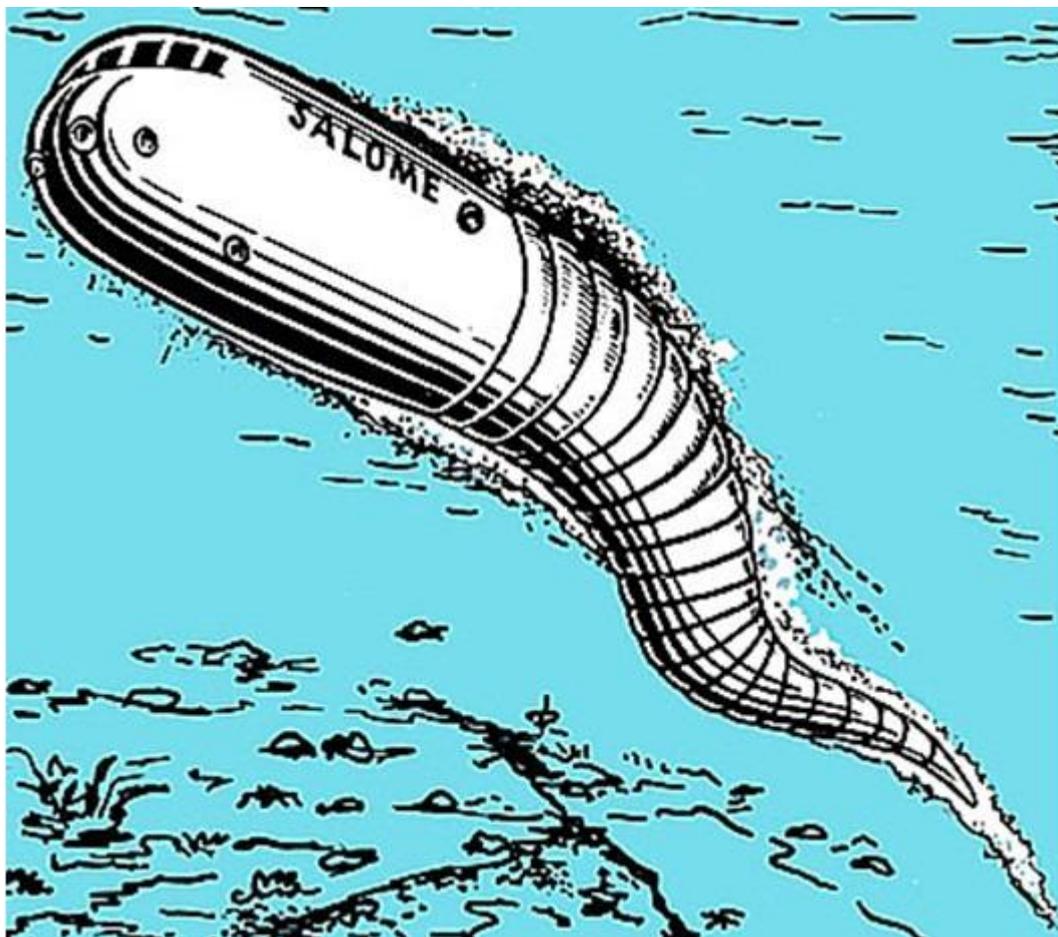


Рис. 1.12. Модель подводного судна с волновым движителем

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 преодолевать 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 скоростным 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 небезызвестным 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 турбулизиция 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.

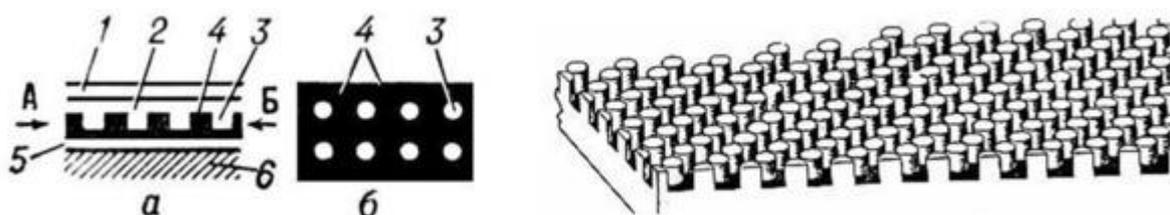


Рис. 1.13. Схема покрытия типа «кожа дельфина»

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.

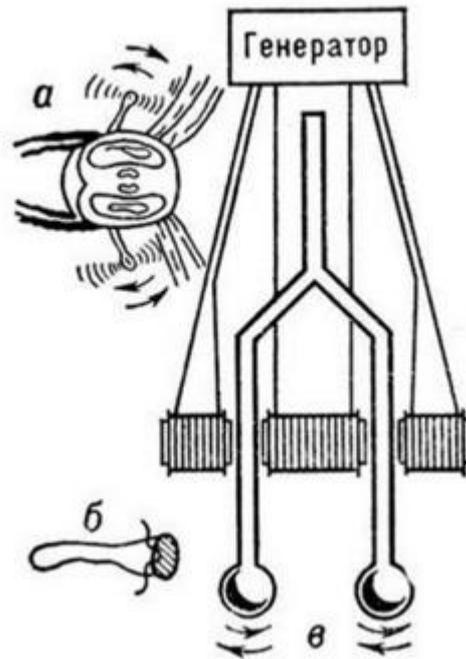


Рис. 1.14. Жиротрона – схема летящей мухи с колеблющимися по обе стороны тела жужжальцами; б – жужжальце; в – схема жиротрона.

Пример 1.15. Эффекта Лотоса

В природе давно замечен 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.

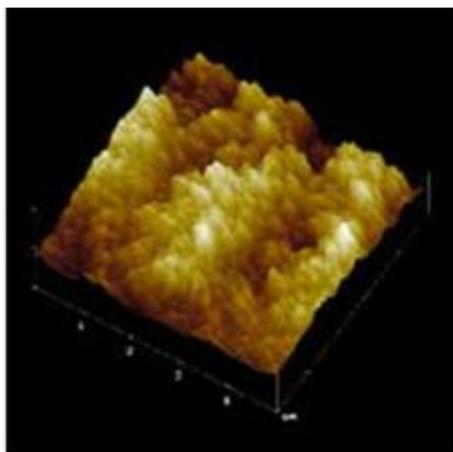


Цветок лотоса



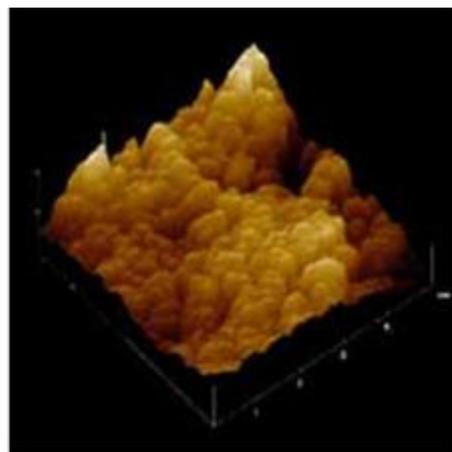
Капли воды на листе лотоса

Рис. 1.15а. Лотос



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

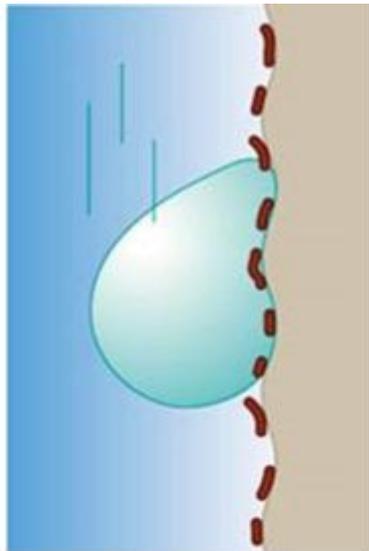
На снимке четко видна уникальная микроструктура листьев, благодаря которой поверхность, контактирующая с водой и грязью, минимизирована. Вода полностью стекает с листьев, смывая осажденную на них грязь. Именно поэтому цветок Лотоса в азиатских религиях почитается как символ чистоты.



***Точное воспроизведение
Эффекта Лотоса***

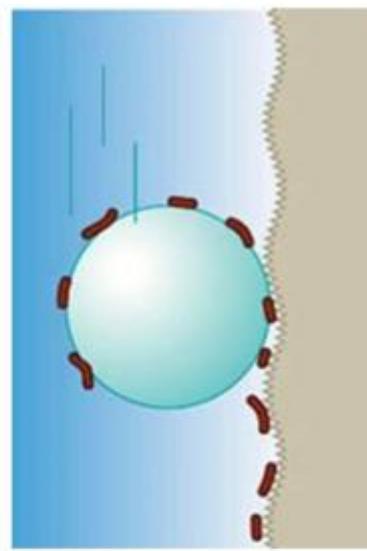
При таком же увеличении можно увидеть структуру поверхности, она практически идентична структуре поверхности листьев лотоса. Благодаря такой структуре вода и грязь не задерживаются на поверхности фасада.

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. Частицы 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 Хероx 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).

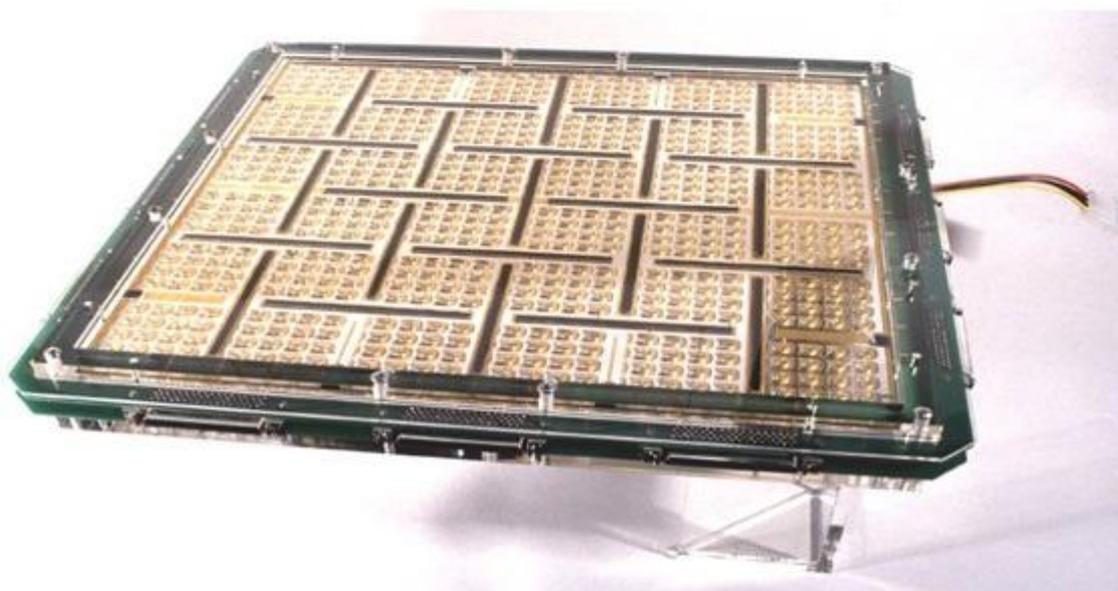
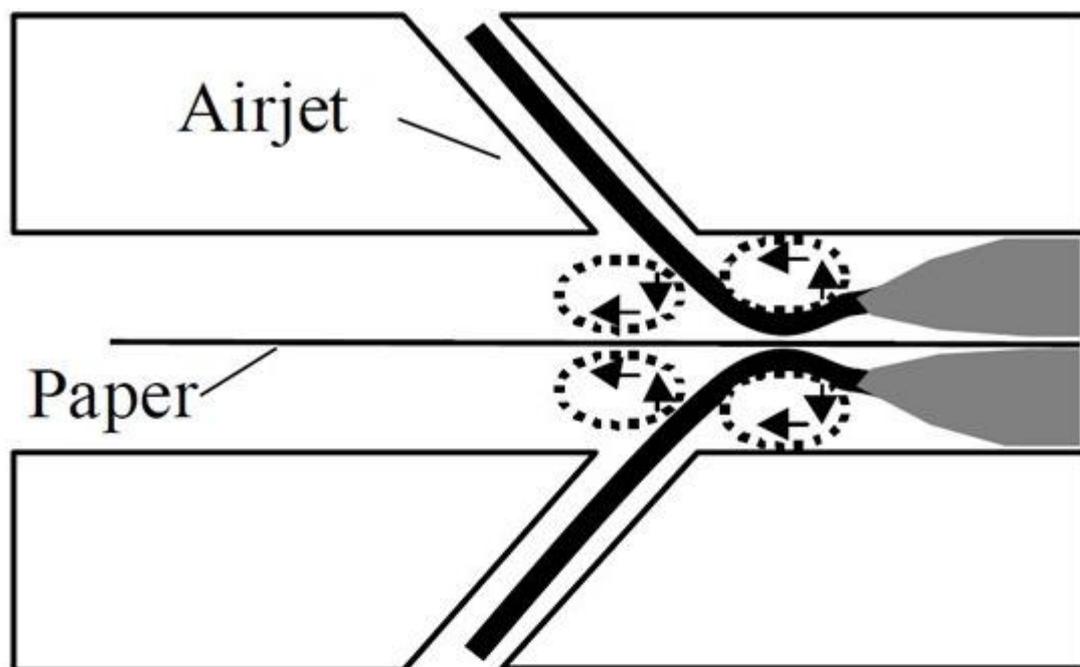


Рис. 1.16. Печатающее устройство Heron

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.

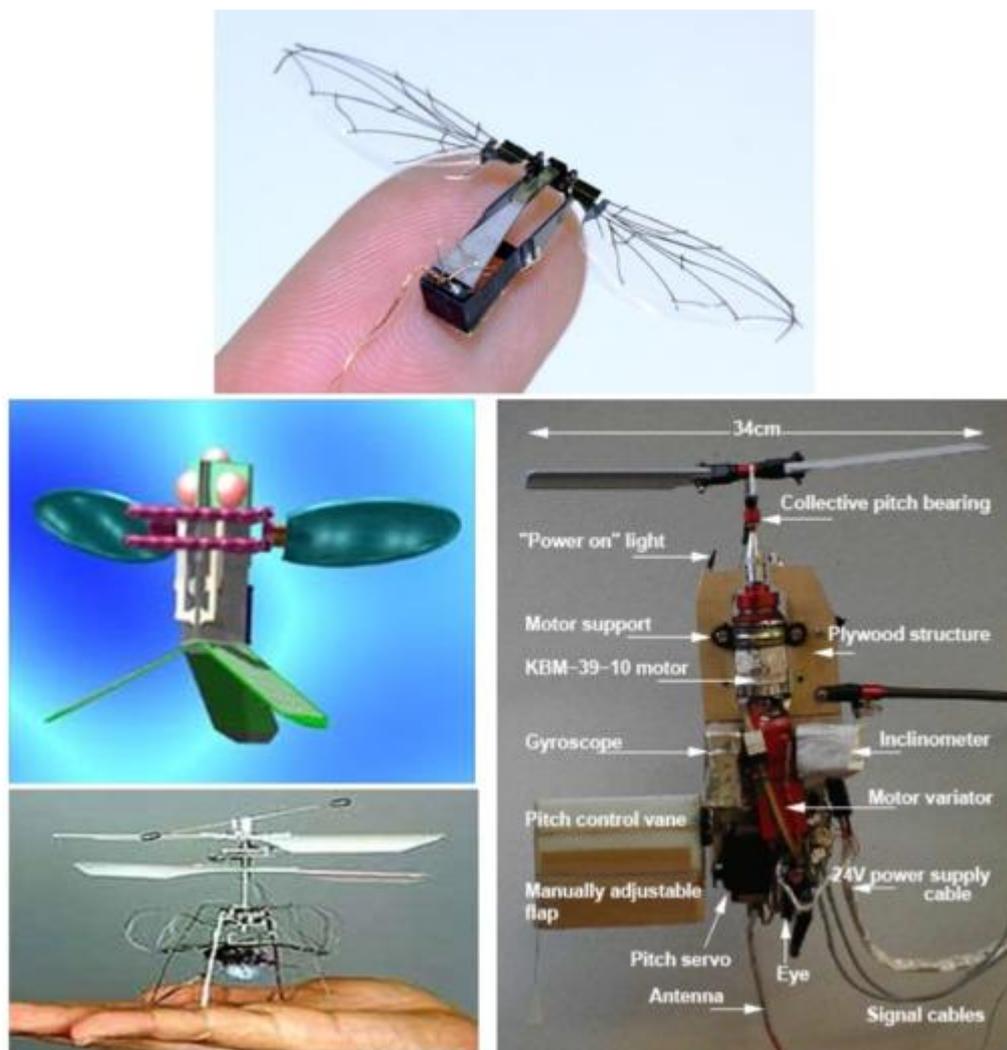
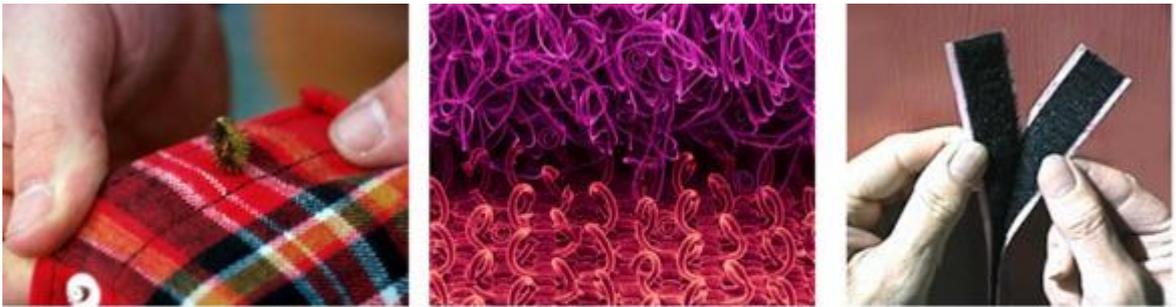


Рис. 1.17. Робомуха

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 мономеров, а лицевая сторона второй – петлями из мономеров 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).



*а) Плод дурнишника
прицепился к рубашке*

б) Застежка «липучка»

*б) Лента «липучка»
Velcro™ Tape*

Рис. 1.18. Застежка-«липучка»

Пример 1.19. Глубоководная губка – оптоволоконно

Исследователи из Bell Labs (корпорация Lucent) в 2003 году обнаружили в теле глубоководных губок рода *Euplectellas* (рис. 1.19) высококачественное оптоволоконно. Материал скелета этих губок может пропускать цифровой сигнал не хуже, чем современные оптоволоконные кабели, при этом природное оптоволоконно 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.



а) Глубоководные губки рода Euplectellas



б) Скелет губки – оптоволоконно

Рис. 1.19. Глубоководная губка – оптоволоконно

Пример 1.20. Модель нейрона

Модель нейрона показана на рис. 1.20.

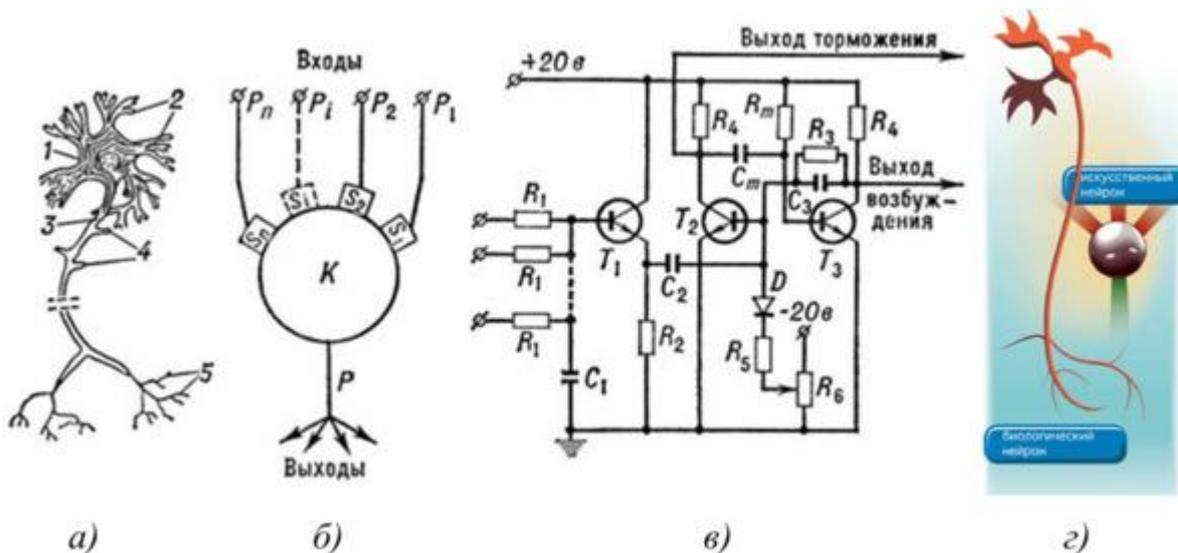


Рис. 1.20а. Схематическое изображение нейрона

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 биологического и искусственного нейрона.

С каждым годом появляется все больше патентов на нейронные сети, например, патент США US 9 842 585 B2 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 «тараканьими 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.

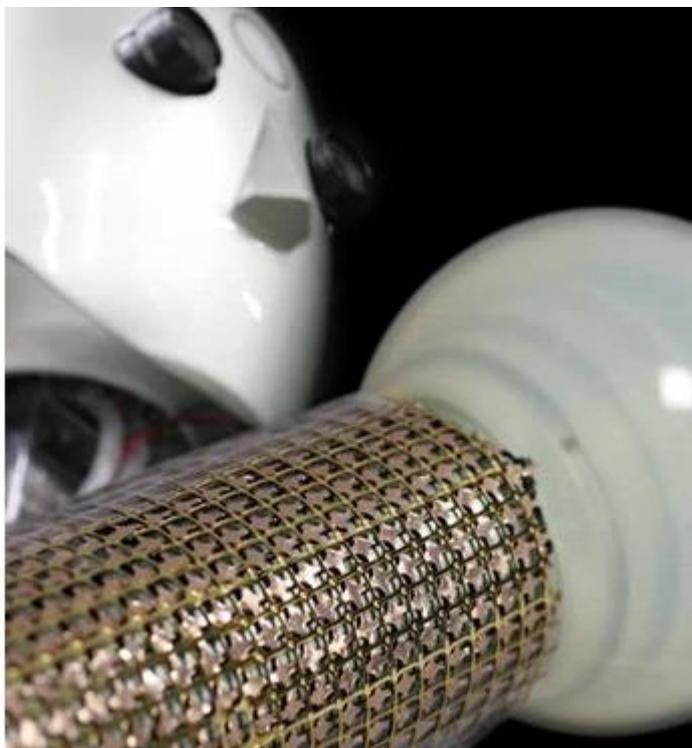


Рис. 1.22. Кожа для робота

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.

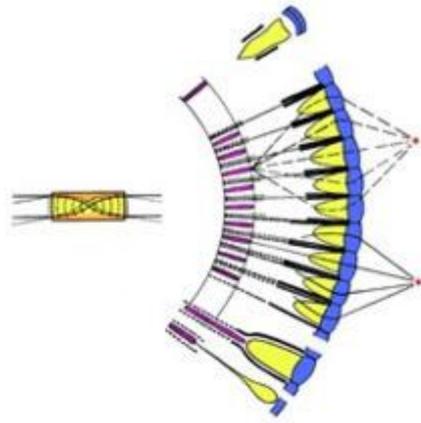
В отличие от высших животных, насекомые (рис.1.23а) лишены сетчатки. Каждой фасетке (то есть «линзе») глаза соответствует отдельный рецептор, фиксирующий яркость (и, возможно, другие характеристики света), но не детали (рис.1.23б). Целостное изображение складывается из «пикселей», переданных рецепторами,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

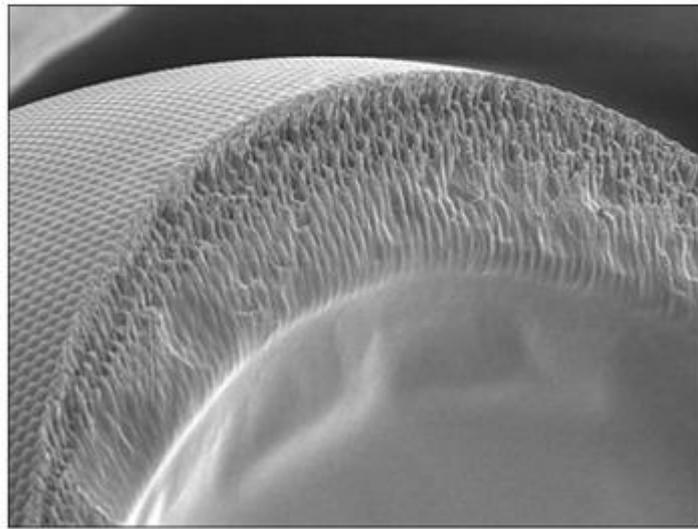
Фасеточная камера, говорят разработчики, может понадобиться медикам и ученым, изучающим труднодоступные полости живых существ или искусственных тел. Кроме того, исследованием заинтересовалось военное агентство DARPA, согласившееся его финансировать. Известно, что прежде эта организация поддерживала проект *Micro-mechanical Flying Insect*, целью которого было создание полноценного «механического насекомого».



а) глаз насекомого



б) схема устройства фасетчатого глаза



г) Поперечный разрез искусственного глаза

Рис. 1.23. Глаз насекомого

Пример 1.24. Робот-змея

По аналогии с движением змеи группа специалистов из University of Michigan разработала робот, передвигающийся как змея (рис. 1.24). Его назвали OmniTread. Движитель OmniTread занимает 80% его поверхности. Роботом управляет оператор с помощью жеста.

Робот способен двигаться по канавам, трубам и стенам.



Рис. 1.24. Робот-змея

Пример 1.25. Касатка

По аналогии с касаткой (рис. 1.25а) было разработано быстроходное судно (рис. 1.25б).

Двое изобретателей из США и Новой Зеландии сконструировали бионического дельфина, который очень похож на свой природный прототип (рис. 1.25в). Он приводится в движение с помощью мотора от обычного водного мотоцикла «Ямаха». По словам одного из изобретателей, новозеландца Роба Иннеса, мощность двигателя – 110 лошадиных сил. Он оборудован трансмиссией фирмы Velvet Drive с передаточным числом 2 к 1. Искусственный дельфин в точности повторяет манеру движения своего биологического прототипа и может даже выпрыгивать из воды. Бионика – наука, которая совмещает биологию и технику. От биологии были взяты аэродинамические параметры, которые были максимально приближены к природным.

Искусственный дельфин может развивать скорость до 50 км/ч и кратковременно нырять на глубину, при которой на поверхности виден только верхний плавник дельфина, чтобы потом выпрыгнуть из воды (все как в природе).



а) Касатка

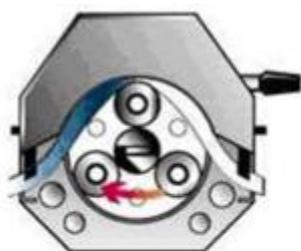
б) Быстроходное судно-касатка

в) Бионический дельфин

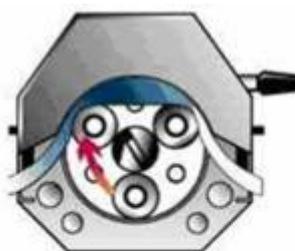
Рис. 1.25. Судно-касатка

Пример 1.26. Перистальтический насос

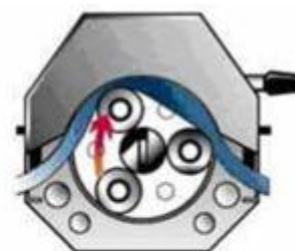
Перистальтический насос – аналог кишечника живого организма. Этот насос предназначен для перекачивания пульпы – вязкого вещества и абразивных пульпообразных сред. Насос (рис. 1.26) содержит шланг (гибкий цилиндр), расположенный в подковообразном корпусе, и три ролика, закрепленные на роторе. При вращении ротора ролики поочередно подводятся к шлангу, постепенно пережимая его и прокатываясь по корпусу. При сплющивании шланга ролик передвигает впереди себя перекачиваемую среду. Гибкий шланг позади ролика восстанавливает свою первоначальную форму и всасывает новую порцию жидкости за счет создаваемого разрежения. Затем подходит следующий ролик и вновь пережимает шланг, перекачиваясь по корпусу. При вращении роторов все процессы в насосе повторяются. Основным преимуществом данного семейства насосов является тот факт, что перемещаемая жидкость контактирует только с выбранной Вами рабочей трубкой, а не с насосом, что позволяет продлить жизнь насоса и не загрязняет перемещаемую жидкость.



Головка насоса состоит только из двух частей: ротора и корпуса. Трубка располагается в специальной канавке: между ротором и корпусом, где она сдавливается.



Ролики ротора двигаются вдоль трубки, выдавливая жидкость. Трубка за роликом восстанавливает свою форму, создает разрежение и втягивает жидкость, находящуюся за ним.



Между роликами формируется «подушка» жидкости. Ее размеры зависят от внутреннего диаметра трубки и геометрии ротора. Скорость потока определяется умножением скорости вращения ротора на размер «подушки». «Подушка» остается довольно постоянной за исключением использования с очень вязкими жидкостями.

Рис. 1.26. Перистальтический насос

Пример 1.27. Судно-кальмар

Кальмар, как известно, передвигается резкими толчками, выбрасывая назад воду. Судно приводится в движение также реактивной отдачей. Пар выталкивает воду из трубы, направленной к корме судна. От этого толчка судно получает импульс. Оставшийся в трубе пар конденсируется, давление в котле падает, и всасывается очередная порция воды. Теперь котел снова готов к рабочему циклу. Разумеется, это лишь грубая схема, сама конструкция несколько сложнее. Достоинства такого двигателя – отсутствие движущихся частей.

Модель этого судна легко построить. Простейший корпус из жести, закрепленная на нем баночка из-под гуталина, две впаянные в корпус трубочки и спиртовка из крышки от бутылки с лимонадом (рис. 1.27).¹⁷

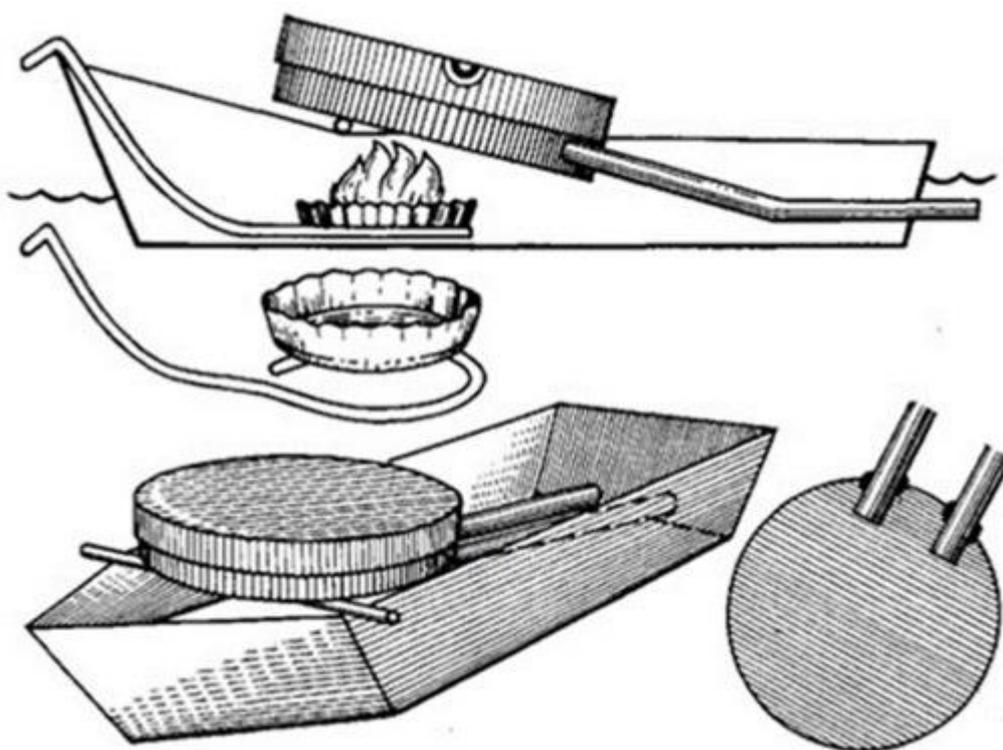


Рис. 1.27. Модель судна-кальмара

Рассмотрим еще одну модель реактивного судна (рис. 1.28)¹⁸.

Модель лодочки делается из бумаги, и ее красят водонепроницаемой краской.

На бортиках укрепляют перекладки, выгнутые из проволоки, скрепок или шпилек.

В узком конце яйца осторожно делают маленькое отверстие, из которого выпускают все содержимое. На яйце можно сделать из бумаги трубу для декорации. На дно лодочки кладут кусок пробки, а на нее – часть яичной скорлупы. Наливают в яйцо немного воды так, чтобы она не достигала уровня отверстия. В скорлупу на дне лодки кладут кусок ваты, смоченной спиртом, или кусок сухого спирта. Горение должно быть энергичное, чтобы вода быстро закипела. Как только вода закипит и появится пар, лодочка двинется вперед.

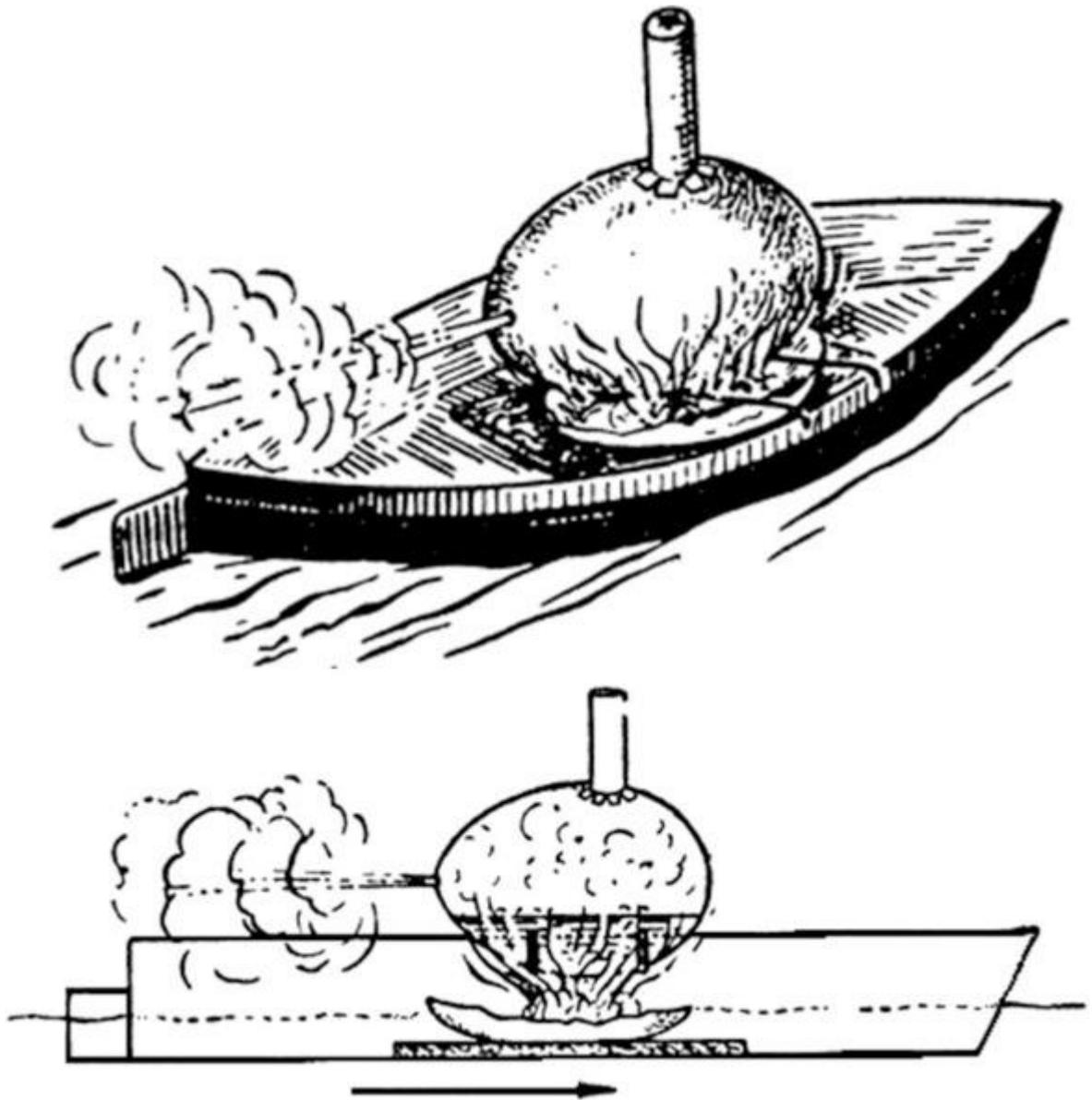


Рис. 1.28. Модель реактивного судна

Пример 1.28. Антенны москита – прообраз нового микрофона

Профессор Дэниел Роберт (Daniel Robert) и его коллеги из университета Бристоля изучают «уши» саранчи и антенны москита, чтобы научиться создавать необычайно чувствительные микрофоны.

Саранча слушает с помощью крошечных мембран, толщиной всего в микрон (рис. 1.29). Они обладают рядом интересных механических свойств и колеблются в ответ на звуки, с амплитудой в какие-то нанометры. Москиты также «вооружены» необычными микрофонами – антеннами с 15 тысячами сенсорных клеток.

Даниель Роберт поясняет суть работы: «Мы нашли, что различные звуковые частоты вызывают совершенно разный механический отклик в системе слушания саранчи. Изучая эти крошечные движения и понимая, как слабые звуковые волны превращены в механические „ответы“, мы, в конце концов, сможем проектировать микрофоны, основанные на этих

природных слуховых системах. Они могли бы обнаруживать крайне слабые звуки и анализировать их спектр. Это то, что нынешние микрофоны сделать не в состоянии».

Для анализа строения и работы слуховых систем насекомых авторы этого исследования применяют самые разнообразные методы: лазерную доплеровскую виброметрию, атомный силовой микроскоп и так далее, составляя трехмерные компьютерные модели.

Ученые особо подчеркивают, что это успешное исследование стало возможным благодаря мультидисциплинарному подходу – объединению в одну команду биологов, физиков и инженеров.



Рис. 1.29. Антенны москита

(фото Daniel Robert)

Пример 1.29. Рефлектор «кошачий глаз»

Рефлектор «кошачий глаз» – это устройство для отражения света (отражатель), применяемое на дорогах в опасных местах для обеспечения безопасности движения.

История изобретения «кошачьего глаза» имеет свою предысторию.

Перси Шоу, английский изобретатель, который не был ни ученым, ни инженером, а работал дорожным мастером, однажды возвращался домой поздно ночью. Было темно, и он не заметил, что едет по краю дороги возле обрыва. Спасли Перси Шоу два огонька света, мелькнувшие на обочине, они помогли ему сориентироваться. Это были глаза бродячего кота, в которых отразился свет фар машины Перси Шоу.

Благодаря этому случаю, Перси Шоу изобрел рефлектор – устройство, работающее по принципу кошачьего глаза и размечающее обочины дороги в темное время суток.

Рефлектор Перси Шоу не только подсвечивал дорогу ночью, но и мог самоочищаться дождевой водой.

В 1934 году Перси Шоу запатентовал свое изобретение и основал фабрику, производящую рефлекторы «кошачий глаз». Для испытания он установил 50 рефлекторов на опасных участках дороги и количество несчастных случаев резко уменьшилось.

В 1937 году Перси Шоу выиграл конкурс, объявленный правительством Англии, на лучший дорожный рефлектор, и уже через несколько лет он обеспечивал рефлекторами не только дороги Англии, но и большинство дорог мира.

В настоящее время рефлекторы бывают не только белыми, как во времена Перси Шоу, но и других цветов. Красные рефлекторы устанавливаются для обозначения края больших дорог, зелеными рефлекторами обозначают перекрестки. Есть рефлекторы, использующие солнечную энергию и излучающие собственный свет, но все они сконструированы по принципу рефлектора «кошачий глаз» Перси Шоу и предназначены для того, чтобы машины, мотоциклы, велосипеды и другой транспорт могли безопасно передвигаться по дороге.



а) Глаз кошки



б) Рефлектор «кошачий глаз»

Рис. 1.30. Кошачий глаз

Пример 1.30. Присоски

Осьминог (рис. 1.31а) охватывает свою жертву щупальцами, на которых находятся ряды присосок. Так он крепко захватывает жертву. Кроме того, присоски помогают двигаться по скользким поверхностям.

Присоски имеются и у других животных, например, квакша (рис. 1.31б). Она, имея на ногах присоски, необычайно ловко держится на гладких и скользких листьях растений.

В технике очень много различных применений присосок. Они используются для крепления предметов к гладким поверхностям или переноса, например, стекол. Обувь мойщиков окон высотных зданий оснащена присосками для обеспечения их безопасной фиксации и т. д. (рис. 1.31в).



а) осьминог



б) квакша



в) Применение присосок

Рис. 1.31. Присоски

Пример 1.31. Шарниры

Шарнир (рис. 1.32б) – это подвижное соединение двух частей, которое обеспечивает им вращательное движение.

Шарниры были изобретены по аналогии с суставами животных и людей (рис. 1.32а).



а) Тазобедренный сустав



б) Шаровой шарнир

Рис. 1.32. Шарнир

Архитектоника – это архитектурная бионика, использование природных форм в строительстве и архитектуре.

Если не считать проекты Леонардо да Винчи по мостам, то первые попытки использовать природные формы в строительстве предпринял Антонио Гауди. Это был прорыв. Парк Гуэль, Каза Батло, Каза Мила и многие другие шедевры, созданные им, – это «природа, застывшая в камне». Эти шедевры великого мастера дали толчок к развитию архитектуры в бионическом стиле. Продемонстрируем некоторые из них.

Пример 1.32. Парк Гуэль (рис. 1.33).

Антонио выполняет для семейства Гуэль проекты **павильонов виллы в Педральбесе** близ Барселоны; **винных погребов в Гараффе**; **часовни и крипты Колонии Гуэль** (Санта Колома де Сервелло); фантастического **Парка Гуэль** (Барселона).



а) Лестница



б) Парк каменной скульптуры



в) Фонтан-дракон



г) Скамья греческого театра

Рис. 1.33. Парк Гуэль (Барселона)

Пример 1.33. Эль Каприччо, дома Висенс и Кальвет

В период раннего творчества, отмеченный влияниями архитектуры Барселоны, а также испанского архитектора Марторела, строятся его первые, богато декорированные, относящиеся к раннему модерну проекты: «стилистические близнецы» – нарядный **Дом Висенс** (Барселона) и причудливый **Эль Каприччо** (Комильяс, Кантабрия); также компромиссный псевдобарочный **Дом Кальвет** (Барселона) – единственное здание, признанное и любимое горожанами при его жизни.



а) Эль Каприччо (1885)



б) Дом Висенс (1888)



в) Дворец Гуэль (1889)



г) Дом Кальвет (1904)

Рис. 1.34. Здания Антонио Гауди

Пример 1.34. Дома Батло и Мила

Антонио Гауди-и-Корнет, став самым модным архитектором в Барселоне, вскоре превратился в «практически nepозволительную роскошь». Для буржуа Барселоны он строил дома один необычнее другого: пространство, которое рождается и развивается, расширяясь и двигаясь, как живая материя – **Дом Мила**; живое трепещущее существо, плод причудливой фантазии – **Дом Батло**.

Заказчики, готовые выкинуть на строительство пол состояния, изначально верили в гениальность архитектора, без всяких усилий пролагающего новый путь в архитектуре.



а) Дом Батло (1906)



б) Дом Мила (1910)



в) «Зверинец» на крыше Дома Мила

Рис. 1.35. Здания Антонио Гауди

Пример 1.35. Церковь Саграда Фамилия

В 1891, когда Гауди было за 30, Общество почитателей Святого Иосифа предложило ему продолжить начатый в 1882 году Собор Святого Семейства (Саграда Фамилия), строительству которого он посвятил все последующие годы жизни, оставив в 1914 г. архитектурную практику.



а) Церковь Саграда Фамилия



*б) Саграда Фамилия,
Фасад Рождества*



в) Дворец Гуэль (1889)



г) Дом Кальвет (1904)

Рис. 1.36. Здания Антонио Гауди

Пример 1.36. Эйфелева башня

Конструкция Эйфелевой башни (рис. 1.37) основана на научной работе швейцарского профессора анатомии Хермана фон Мейера (Hermann Von Meyer).

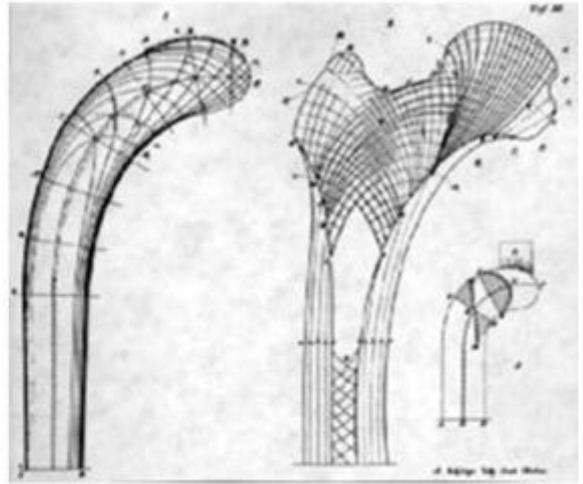
За 40 лет до сооружения парижского инженерного чуда профессор исследовал костную структуру головки бедренной кости (рис. 1.37б) в том месте, где она изгибается и под углом входит в сустав. И при этом кость почему-то не ломается под тяжестью тела.

Фон Мейер обнаружил, что головка кости покрыта изощренной сетью миниатюрных косточек, благодаря которым нагрузка удивительным образом перераспределяется по кости. Эта сеть имела строгую геометрическую структуру, которую профессор задокументировал.

В 1866 году швейцарский инженер Карл Кульман (Carl Cullman) подвел теоретическую базу под открытие фон Мейера, а спустя 20 лет природное распределение нагрузки с помощью кривых суппортов было использовано Эйфелем.



а) Основание Эйфелевой башни напоминает костную структуру головки бедренной кости



б) Костная структура головки бедренной кости

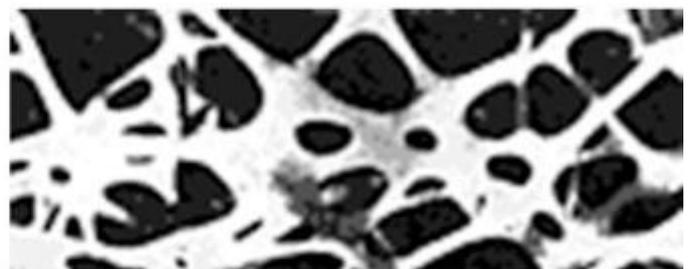
Рис. 1.37. Эйфелева башня

Пример 1.37. Опоры сложной нагрузки

Структура бедренной кости (рис. 1.38а) может послужить образцом для конструирования опор со сложной нагрузкой (рис. 1.38б). Стержни решетки расположены в соответствии с траекториями главных напряжений.



а) Микроструктура тазобедренной кости



б) Конструкция арх. Ф. Отто

Рис. 1.38. Опоры со сложной нагрузкой

Пример 1.38. Структура строения глубоководной губки

Исследования, проведенные в Bell Labs в 2005 году, показали, что скелет тропической глубоководной губки *Euplectella* имеет очень прочную структуру, которую можно использовать в широком диапазоне, от создания новых материалов на наноуровне до современных архитектурных сооружений.

Скелет губки чрезвычайно прочен и гибок и противостоит воздействию хищников. Он состоит из пучков стекловолокон, тоньше человеческого волоса, скрепленных органическим клеем.

Структурные детали скелета морской губки соответствуют инженерным принципам, используемым в конструкциях зданий, таких как Swiss Re Tower в Лондоне, отеле De Las Artes в Барселоне и Эйфелевой башне в Париже. На рис. 1.39 показано сравнение в масштабе 1:1000.

Структура скелета губки состоит из волокон, скрепленных в виде решетки, укрепленные другими волокнами крест-накрест, расположенными по диагонали в обоих направлениях в дополнительных квадратах. Внешняя часть структуры укреплена «горными хребтами», препятствующими разрушению.

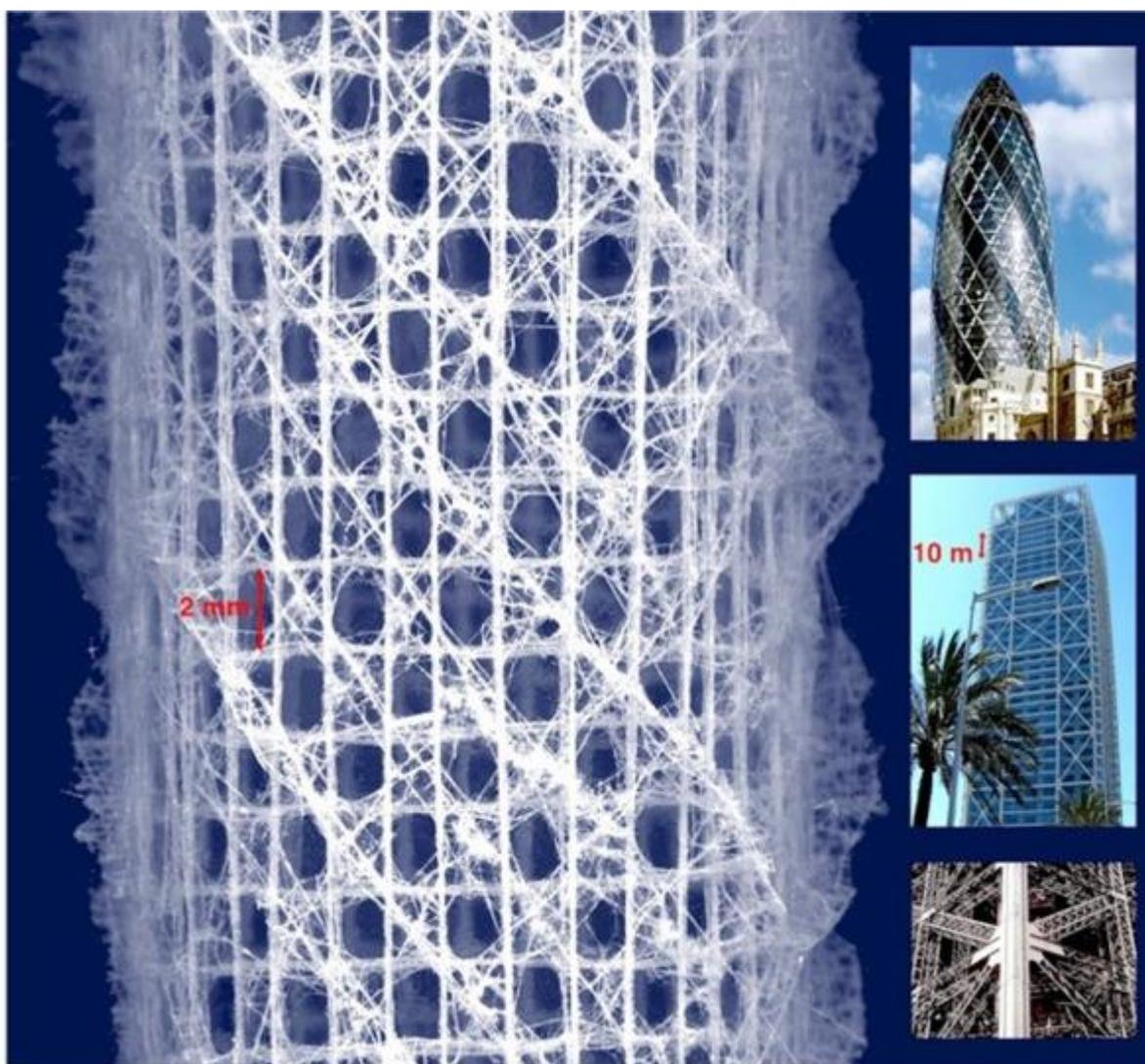


Рис. 1.39. Структура скелета глубоководной губки

Пример 1.39. Дом – листья подорожника

Архитектура 3-этажного дома (рис. 1.40) повторяет спиралевидное расположение листьев подорожника, обеспечивающее лучшую освещенность солнцем.

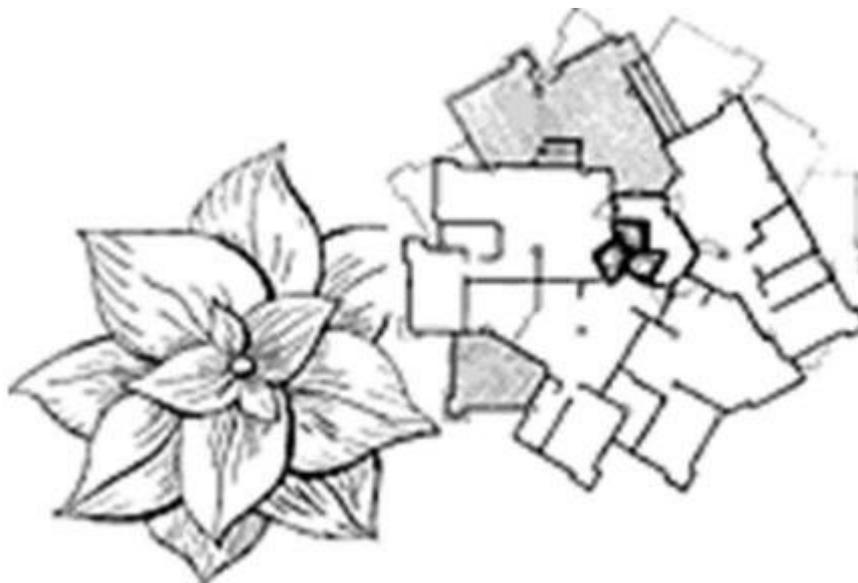


Рис. 1.40. Дом – листья подорожника

Пример 1.40. Крыша – цветок

Мир живой природы динамичен. В зависимости от времени суток, т.е. освещенности, открываются или закрываются лепестки таких цветов, как цирконий, мак, шиповник и др. Перед переменной погоды меняют свою пространственную форму листья клевера, папоротники и др. В биологии такие движения называют обратимыми, а в архитектуре – трансформациями.

По аналогии с закрыванием и открыванием лепестков цветка группой архитекторов создан проект крыши стадиона в Киеве в виде цветка, лепестки которого поднимаются и опускаются в зависимости от погоды (рис. 1.41).

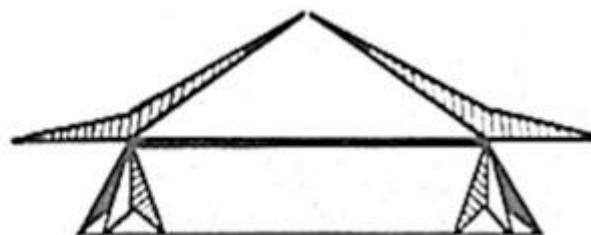


Рис. 1.41. Крыша – цветок

Пример 1.41. Дышащая стена

По аналогии с кожей ириса создали «дышащую стену» (рис. 1.42).



Поперечный разрез по коже ириса:
а – кутикула; б – наружная оболочка
клеток кожицы; в – клетки кожицы;
г – щель устьица; д – замыкающие клетки;
е – воздушная полость; ж – клетки
основной ткани.

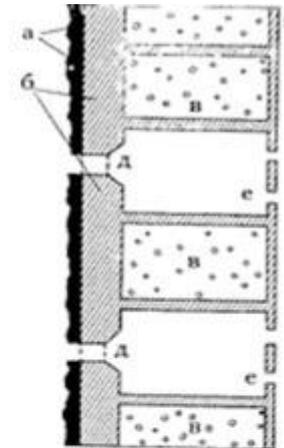


Схема «дышащей стены»:
а – наружный (отделочный) уплотненный
слой; б – второй, конструктивный
слой; в – легкое заполнение; г – третий
конструктивный слой; д – автоматические
вентилирующие устройства;
е – воздушные полости.

Рис. 1.42. «Дышащая стена»

Пример 1.42. Надувные палатки

Использование свойства расширения воздуха или каких-либо смесей газов при нагревании создает возможность автоматического регулирования микроклимата в пневматических сооружениях. Эффект увеличения изоляции может дать автоматическое увеличение толщины двухслойного покрытия надувных оболочек при нагреве и уменьшение толщины при охлаждении. Используя эту идею, архитектор Ю. Лебедев предложил проект-идею туристического городка. Надувные палатки, саморегулирующие солнечную радиацию (рис. 1.43). Наверху показан общий вид туристического городка, а внизу – взаимодействие формы и солнечных лучей (разрез палатки)¹⁹.

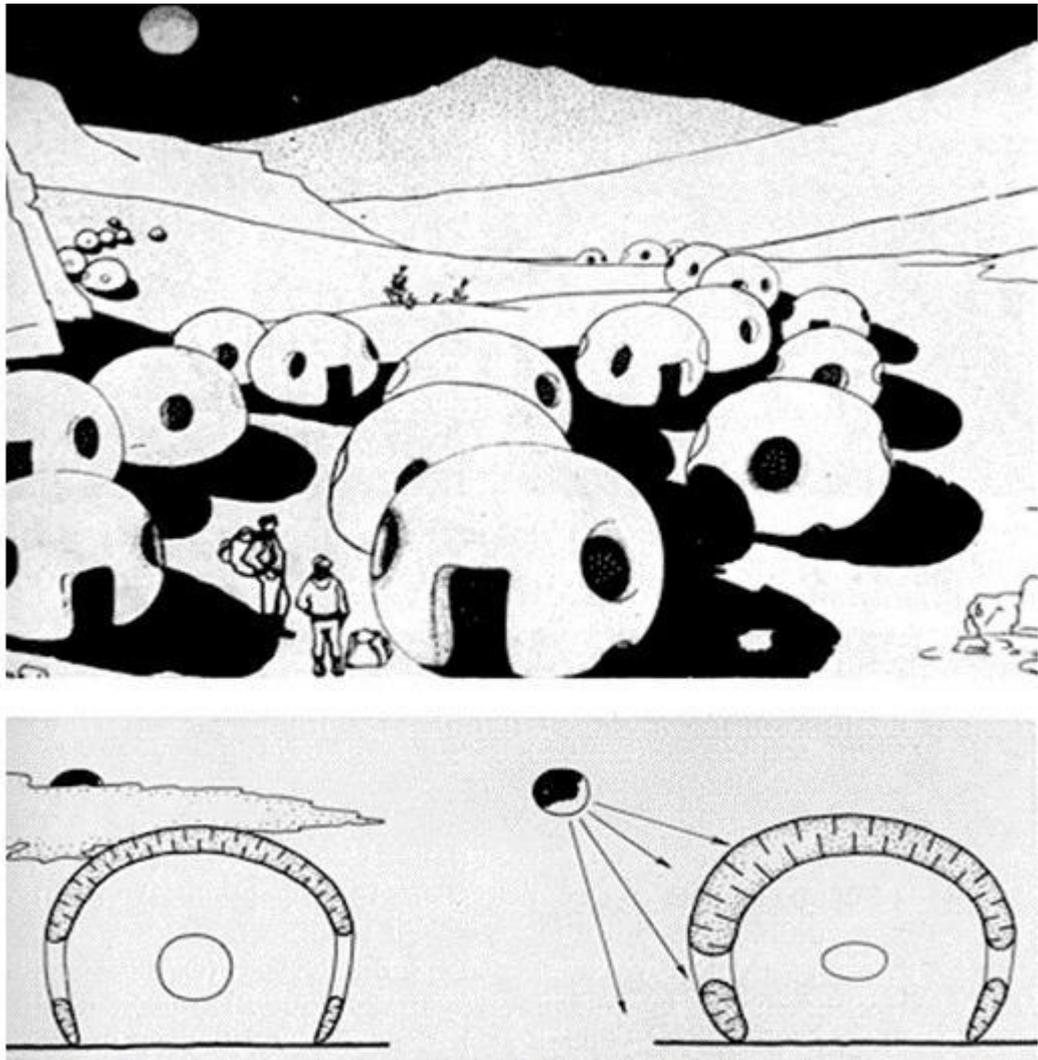


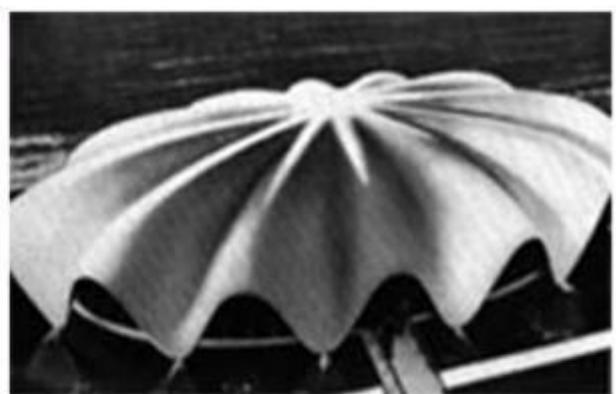
Рис. 1.43. Надувные палатки

Пример 1.43. Ресторан – раковина

По аналогии с формой раковины мексиканский архитектор Ф. Кандела спроектировал ресторан в Косхомило в Мексике (рис. 1.44).



а) Раковина



б) Ресторан в Косхомило. Мексика

Рис. 1.44. Ресторан – раковина

Пример 1.44. Вертикальный бионический город-башня (Vertical city bionic tower)

Испанские архитекторы, супруги Хавьер Пиоз (Javier Pioz) и Мариа Роза Сервера (María Rosa Cervera) спроектировали башню-город по аналогии с кипарисом. Дом в 300 этажей и высотой 1228 метров для ста тысяч человек (рис. 1.45).



Рис. 1.45. Вертикальный бионический город-башня

Вот, что говорит Хавьер Пиоз: «Наша башня не небоскреб. Не закрытое со всех сторон здание, как нынешние, стенами, а, по сути, открытое, в ажурной оболочке из множества стальных и алюминиевых элементов-мембран и стекол под разными углами крепления. Воздух и свет легко проникают во внутренние строения башни. Сама она – в форме вытянутого эллипса, диаметр самой широкой его части – 166 на 133 метра. Нет и этажей в нашем понимании, потому что тысяча метров высоты – это не 10 стометровых зданий, поставленных друг на друга. Такое ни один фундамент не выдержит, а сила ветра и малейшее землетрясение опрокинут его.

Бионика подсказала нам, что и как надо делать. Механизм роста, точнее, набора высоты, мы позаимствовали у деревьев. У кипариса в первую очередь (рис. 1.46). Его зеленая часть состоит из мелких чешуйчатых мембран, сквозь которые проходит ветер любой силы, а он и не шелхнется. Его корневая система заглублена всего на 50 сантиметров, но невероятно разветвлена и по своему строению напоминает губку. С каждым новым сантиметром ствола появляется, уходя чуть в сторону от уже существующего, новый отросток корня.



Рис. 1.46. Строение кипариса

Попробуйте сбить или выкорчевать кипарис – потребуются невероятные усилия (рис. 1.47).



Рис. 1.47. Фундамент башни

Вовсе не обязательно тянуть всю башню сразу. Можно, и даже лучше, поэтапно.

Завершили один квартал – и заселили. А стройка по предложенной нами технологии продолжается, ничуть не беспокоя людей. Всего же в башне будет 12 вертикальных кварталов, в среднем по 80 метров высоты каждый, а между ними – перекрытия-сдержки, которые станут своеобразной несущей конструкцией для каждого очередного уровневого квартала. Дома в нем, естественно, разновысокие, окруженные вертикальными садами, и люди будут по нему передвигаться с полным ощущением внешнего пространства благодаря свету и воздуху. Для быстрого передвижения с одного уровня на другой и внутри каждого уровневого квартала потребуется 368 вертикальных и горизонтальных лифтов. Но никаких лифтовых шахт не будет: их заменят легкие алюминиевые тубы.

В башне-городе свыше 2 миллионов квадратных метров полезной площади. Половину, исходя из расчетов, экономически целесообразно из-за быстрой окупаемости сдать под отели. Четверть – под офисы и квартиры. Оставшиеся 25 процентов потребуются под обслуживающие и технические помещения, поликлиники, магазины, учреждения культуры, рестораны и т. д. Посреди каждого квартала построим искусственное озеро, а дома – двух типов: на внешнюю и внутреннюю стороны.

Башня не окажется эдаким гигантским металлическим «деревом» посреди привычных железобетонных зданий. Мы вообще считаем, что наилучшее место для нее – на берегу моря или на искусственно намытом острове. Потому что по окружности ее должен «кольцевать» целый комплекс строений диаметром с километр с зонами технологического, торгового и социального назначения, обеспечивающими нормальную жизнь человека в башне. Там же место и транспортным узлам, соединяющим между собой шоссейные, железную и подвесную дороги, которые свяжут наш город с традиционным городом, аэро- и морским портами».

Внутреннее строение города-башни показано на рис. 1.48.

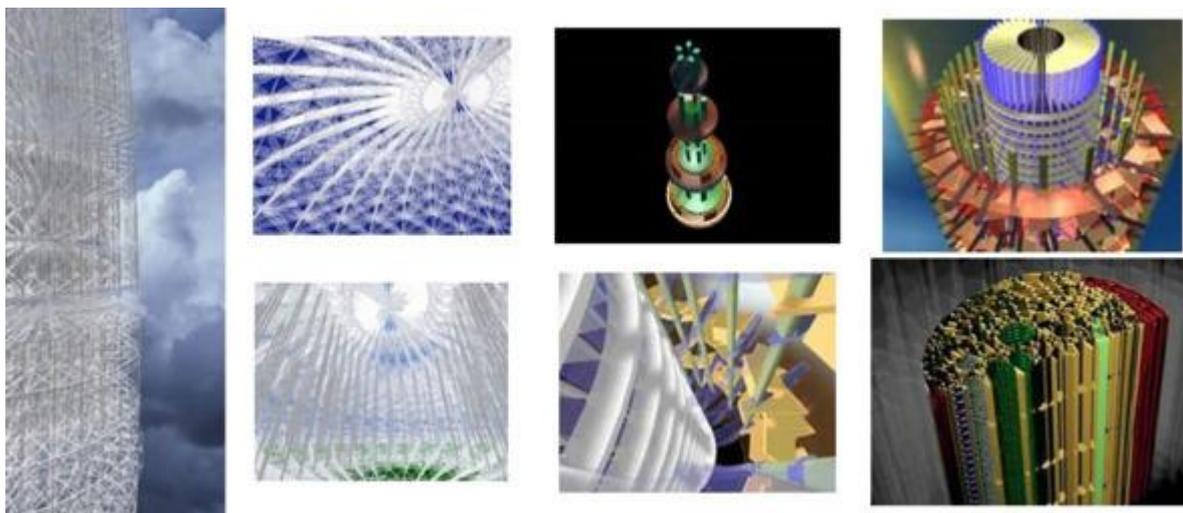


Рис. 1.48. Внутреннее строение башни

Технологию использования природы описал Г. С. Альтшуллер:

«И вот что характерно: сначала, как правило, делается изобретение, а потом отыскивается его живой прототип. Так, например, принцип метода снижения сопротивления был предложен Крамером еще в 1938 году, а лишь в 1955 году тот же Крамер обнаружил, что дельфины «применили его идею»... Представьте себе патентную библиотеку, в которой миллиарды самых различных патентов расставлены по полкам в неизвестном для вас порядке. Именно такой видит «патентную библиотеку» природы изобретатель, работающий над решением новой технической задачи.

Надежной методики выбора живых прототипов пока нет. Поэтому в большинстве случаев изобретателю оказывается проще самому найти решение, чем отыскать подходящий патент природы.

И все-таки оперативная стадия АРИЗ включает бионический шаг. Есть два подхода, облегчающие ориентировку в гигантском патентном фонде природы:

- 1. Нужно искать прототипы среди древних животных: старые патенты природы проще и в то же время достаточно эффективны.*
- 2. Нужно рассматривать общие тенденции в развитии патентов природы. Найти готовое решение очень трудно, но почти всегда можно выявить тенденции развития природных аналогов»²⁰.*

1.3. Аналогия с другими областями

Аналогия может проводиться не только с природой, но и любой областью деятельности: литературой, кино, искусством, техникой и наукой, военным делом, политикой и т. д.

Пример 1.45. Экзоскелет

По аналогии с человекоподобными роботами японские специалисты из компании Cyberdyne Inc. разработали экзоскелет (рис. 1.49), который был предназначен в первую очередь для инвалидов. Это устройство позволяет им свободно перемещаться и двигать руками и даже поднимать и переносить большие грузы. Аппарат получил название Hybrid Assistive Limb (HAL-5).



Рис. 1.49. Экзоскелет

В японском технологическом институте Канагава создан аппарат (роботизированный костюм), помогающий медсестрам поднимать неходячих больных (рис. 1.50).



Рис. 1.50. Роботизированный костюм для медсестер и сиделок

Созданы киберштаны (рис. 1.51). Они помогают быстрее передвигаться и переносить большие грузы.



Рис. 1.51. Киберштаны

Разработаны экзоскелеты для военных целей (рис. 1.52 – 1.54).

Они позволяют быстрее передвигаться, переносить большие грузы. Такие разработки имеются в виде киберштанов (рис. 1.52),



Рис. 1.52. Военные киберштаны

полного комплекта экзоскелета (рис. 1.53)



Рис. 1.53. Военный экзоскелет

и в виде киберлат (рис. 1.54).



Рыцарские доспехи



Киберлаты

Рис. 1.54. Киберлаты

Гиперлаты построены по аналогии с рыцарскими доспехами. Они дополнительно защищают военнослужащего от пуль.

Пример 1.46. Робот-велосипедист

По аналогии с велосипедистом японская компания Murata создала робота, который может ездить на велосипеде (рис. 1.55).



Рис. 1.55. Робот-велосипедист

Пример 1.47. Носки

По аналогии с перчатками японцы создали пятипальцевые носки. Носки сделаны бесшовными. Японцы называют их второй кожей. Они позволяют лучше ощущать любую поверхность для контроля и балансировки. Уменьшается влажность, напряжение между пальцами и напряжение стопы. В них удобнее заниматься спортом (рис. 1.56).

На подошве носков имеются пупырышки, которые способствуют лучшему сцеплению с поверхностью, массажу стопы и лучшему проветриванию.



Рис. 1.56. Носки

Пример 1.48. Подушка – колени подруги или рука друга

Некоторые женщины любят спать на руке или плече друга. Но как быть, если женщина не имеет постоянного партнера. Японская фирма Камео по аналогии с партнером производит подушки «Рука друга». По словам представителей компании, новая подушка создает не только эмоциональный комфорт, но и фиксирует голову спящего в более удобном положении, поддерживая ее с обеих сторон. По желанию клиента подушка дополнительно может иметь запах друга, стандартные звуки, издаваемые им и даже будильник, который мягко производит колебания рукой, когда пришло время вставать (рис. 1.57).



Рис. 1.57. Подушка «рука друга»

Производители утверждают, что подушка обладает лечебным действием и не возбуждает владельцев, а отвечает природной потребности человека. В детстве люди кладут голову на колени матери.

Для мужчин фирма Trane Corporation выпускает подушку в форме женских коленок (рис. 1.58). Она сделана из поролона, и в комплект входит мини-юбка. «Подушка-коленка» (хизамакура) выполнена в форме нижней половины сидящей на корточках женщины.



Рис. 1.58. Подушка-коленка

Для младенцев придумали «руку мамы» (рис. 1.59).



Рис. 1.59. «Рука мамы»

Пример 1.49. Робот-домохозяйка

По аналогии с послушной домохозяйкой, безропотно выполняющей все домашние дела и поручения хозяина, американский робототехник Крис Уиллис (Chris Willis) создал женщину-робот (рис. 1.60). Робота-домохозяйку зовут Валери (Valerie). У нее силикон и пластик под одеждой, почти «живые» волосы, двигающиеся при разговоре губы и подвижные «человеческие глаза», в которые и встроены видеокамеры, при должной естественности движений способные создать хорошую иллюзию.

Валерии включает большое количество чувствительных элементов, акселерометры и гироскопы в корпусе, датчики в ногах и руках. 30 датчиков нагрузки в каждой ноге помогают роботу в ходьбе.

Руки имеют 40 степеней свободы. Всего у Валери 111 степеней свободы, включая движение рук, ног, торса и примитивную мимику лица.

Синтезатор речи использует интерфейс естественного языка. Покупателю предложено выбрать между американским или британским акцентом.

Робот будет помнить предыдущие беседы с хозяином.

Валери запомнит ежедневный список хозяйственных работ. Она сможет убирать квартиру, накрывать на стол, менять перегоревшие лампочки, стирать, собирать и переносить раскиданные вещи (весом до 22,6 килограмма), мыть посуду.



Рис. 1.60. Робот-домохозяйка

Пример 1.50. Самолет—катамаран

По аналогии с катамараном (рис. 1.61а) создали самолет с двумя корпусами (рис. 1.61б), а по аналогии с тримараном (рис. 1.62а) – самолет с тремя корпусами (рис. 1.62б).



а) Катамаран



б) Самолет с двумя корпусами

Рис. 1.61. Самолет—катамаран



а) Тримаран



б) Самолет с тремя корпусами



Рис. 1.62. Самолет—тримаран

Пример 1.51. Фильтр

По аналогии с принципом вытряхивания пляжного коврика (резкое волнообразное движение) разработан фильтр²¹. Удаление осадка в нем производится путем нанесения удара «в противофазе». Импульсы гасят друг друга и не передаются на фундамент.

Пример 1.52. Док

По аналогии с плавучим доком (рис. 1.63а) была сделана док-станция (*Docking station*) для ноутбука (рис. 1.63б). В дальнейшем по аналогии с док-станцией была выпущена док-станция для фотоаппарата (рис. 1.63в).

Как и в плавучем доке, в док-станции для ноутбука и фотоаппарата подведены все коммуникации. К компьютеру подведены питание, связь с внешними устройствами (монитором, мышкой и т. п.), с интернетом и т. д.

Пример 1.53. Магазин компании Staples

Томас Стемберг (Thomas G. Stemberg) обнаружил, что торговля офисными товарами налажена очень плохо.

В 1986 году он открыл первый магазин по продаже офисного оборудования в Брайтоне, штат Массачусетс.

Работу магазина он построил по аналогии с супермаркетом, т. е. самообслуживание и низкие цены. Сегодня Staples – это компания, располагающая 375 универмагами в 21 штате США (главным образом, в Калифорнии и на Северо-Востоке) и по всей Канаде.

Пример 1.54. Такси UBER

Служба такси UBER по аналогии с мобильными онлайн-сервисами сделала онлайн-вызов и оплату услуги.

Пример 1.55. Конвейер

Конвейер сделали по аналогии со сплавом бревен по реке.

Пример 1.56. Компания Форд

Однажды сотрудник компании Форд посетил скотобойню в Чикаго, где он увидел, что разделку туш осуществляют на конвейере. Он перенес эту технологию для изготовления автомобилей.

Эта идея была использована в 1913 году для производства автомобиля Ford Model T.

Производительность значительно повысилась. Цена автомобиля снизилась с 575 до 280 долларов, что позволило компании Форд значительно увеличить свою долю рынка²².

Пример 1.57. Суши-ресторан

Первый суши-ресторан с конвейером (рис. 1.64), «Mawaru Genrokuzushi», был открыт в Фуцэ в 1958 г. Сейчас это Хигаси-Осака, префектура Осака (Япония).

Владелец Ёсиаки Сираиси (Yoshiaki Shiraishi) оборудовал прилавок ресторана конвейером по аналогии с конвейером, увиденным им на пивном заводе. Он понял, что это может сократить работу официанток.



Рис. 1.64. Суши-ресторан с конвейером

Аналогия – обильный источник новых идей, но ее нельзя использовать слепо.

Пример 1.58. Робот

В середине 70-х годов XX века для проверки фарфоровой посуды разработали робот, который действовал аналогично человеку – стучал по тарелочке и по звуку определял ее годность. Первоначально робот «не умел» мягко брать тарелочку и тарелки или ломались в его «руке» или выпадали из нее. Когда робота научили делать это, то появилась новая проблема. Тарелки ломались при ударе о них палочкой. Эта задача так и не была решена полностью – часть тарелок все-таки билась. Заказчики отказались использовать этот робот, так как вместо проверки он уничтожал часть продукции.

Основная и довольно часто встречающаяся ошибка – слепое использование аналогии. Сделаем так, как это делает человек. Скопируем эти действия и заменим человека роботом. Как правило, такая тактика обречена на провал.

Гораздо проще использовать другие физические принципы для совершения того же действия, например «слушать» тарелку с помощью ультразвука.

Аналогичные ошибки совершают разработчики техники, пытающиеся точно воспроизвести новое изделие, выпускаемое в другой стране или фирме. При этом на изучение и воспроизводство такого изделия тратятся годы. Нужно выяснить все тонкости, разработать все элементы, создать технологию и наладить их производство. Через несколько лет выпускается «старое» изделие, а в это время фирма, выпустившая изделие-прототип, выбрасывает на рынок новое изделие. При этом фирма, копировавшая изделие, отстает еще больше.

Как же следует использовать аналогию?

1. Выяснить основные принципы и конструктивные особенности исследуемого объекта.

2. Выявить *ведущую область техники по функции, которую выполняет этот объект.*

3. Воспроизвести основной принцип и конструктивные особенности, используя опыт *ведущих областей*, на имеющихся элементах, материалах и технологиях. При этом что-то нужно будет придумать новое, учитывая недостатки прототипа.

Таким образом, появится новое конкурентоспособное изделие.

Несколько другой подход появился на рынке США, который получил название реверс-инжиниринг (reverse-engineering) – «инженерная работа задом наперед».

Суть этого направления – воспроизводить известные конструкции, уже завоевавшие хорошую позицию на рынке.

Многие компании основную прибыль получают не от продажи самих изделий, а от продажи расходных комплектующих. Они меняют модель изделия и к нему делают новый вид расходных комплектующих материалов.

Пример 1.59. Принтеры

Компании, выпускающие принтеры, основные деньги зарабатывают на картриджах. Поэтому цены на картриджи, чернила и порошки они держат достаточно высокими. Кроме того, они

меняют модель принтера и изменяют форму картриджа. Старые картриджи они продолжают выпускать наряду с новыми, вынуждая потребителя регулярно платить «дань».

Пример 1.60. Перезарядка картриджей

Появились фирмы, которые занимаются перезарядкой как чернильных, так и лазерных картриджей для принтеров. Разрушая монополию «оригинальных производителей», они резко сбивают цены на картриджи, приводя их хоть к какому-то соответствию с естественным желанием потребителя «получить лучше за меньшие деньги».

Такой бизнес находится в состоянии конкурентной борьбы с производителями принтеров, и поэтому не может пользоваться запчастями и материалами, изготавливаемыми производителями принтеров. Фирмам приходится делать свои разработки. Иногда такой вид инженерной деятельности позволяет выпустить хороший продукт. Затраты на «реверс-инжиниринговые» исследования зачастую весьма велики, но все равно они меньше, чем у «оригинальных производителей».

Имеются и другие возможности. Компания, собирающаяся выпускать аналогичный товар:

1. Договаривается с компанией, выпускающей это изделие, или ее конкурентом о поставке тех же комплектующих частей данного изделия и изменяет, например, внешний вид изделия или находит изделию новое применение или новый рынок и т. п.

Компания приобретает комплектующие элементы уже сошедшего с рынка изделия, придает ему, например, современный вид и выпускает на рынок изделие по значительно меньшей цене. Так, например, действовала фирма «Daewoo».

1.4. Перенос решений

Один из видов аналогии – это перенос технологий, который сейчас получил английское название «**трансфер технологий**».

Трансфер технологий – это перенос конкретных технических и технологических решений из одной области техники в другую.

Причем технологию переносят из *ведущей области* в *ведомую область*.

Рассмотрим понятие **ведущей области техники**.

Обычно считают электронную промышленность значительно более передовой, чем, например, горноперерабатывающая или мукомольная. Всегда ли это так?

Пример 1.61. Керамика

При изготовлении керамических подложек для интегральных микросхем, больших интегральных схем, процессоров, керамических диэлектриков для конденсаторов и др. требуется измельчать исходное сырье. Ведущей областью здесь может быть технология изготовления керамической посуды, горноперерабатывающая и мукомольная промышленности.

Пример 1.62. Либерти²³

С 1 сентября 1939-го по декабрь 1940 года Великобритания лишилась 20% своего тоннажа (585 судов тоннажем 4,5 млн тонн), а к лету 1941 года он сократился на треть. Потери флота других государств составили по дедевету 1,5 млн тонн. На это же время приходится увеличение военной помощи европейским и азиатским странам по ленд-лизу США. В том числе Америка должна была поставлять СССР по северному морскому пути продукты и военную технику.

Основную нагрузку по восполнению и наращиванию тоннажа, в том числе и сухогрузного универсального флота, взяли на себя США.

Выпуск новых судов требует не менее 2—3 лет.

В США объявили конкурс на лучший проект для строительства огромной серии транспортов, со следующими требованиями: суда должны быть как можно дешевле и проще в постройке и эксплуатации, как можно меньше по собственному весу при максимальной грузоподъемности, и обладать максимально возможной живучестью и элементарным комфортом для экипажей.

Судостроители обратились к опыту автомобильной промышленности. На базе британского стандартного грузового судна дедеветом 10 тыс. тонн был спроектирован и запущен в серийное производство универсальный сухогрузный пароход (рис.1.65) типа «Либерти» (проект ES2-S-CIMK). Была использована конвейерная технология.

Строительство было организовано на судоверфях Тихоокеанского и Атлантического побережья США. Суда серии собирались конвейерным методом с использованием электросварки, в том числе автоматической, заменившей трудоемкую клепку. Применение этих новшеств в судостроении позволило довести производительный цикл сборки судна до двух месяцев, а абсолютный рекорд продолжительности постройки «Либерти» составил 4 дня, 15 часов и 29 минут (верфь в городе Ричмонде). Стоимость постройки судов на различных верфях значительно колебалась. На судоверфях штата Калифорния первое судно стоило 1178 тысяч долларов, а 124-е – 692 тысячи. В целом увеличение судостроительного потенциала по «Либерти» было достигнуто за счет развития материально-технической базы судостроения, упрощения обводов корпуса, максимального упрощения и унификации судового оборудования, применения новой технологии сборки и быстрой подготовки судостроительных кадров, особенно сварщиков. В шутку говорили, что «Либерти» варили парикмахеры.

Поступление «Либерти» в СССР по ленд-лизу и закупкам началось с января 1943 года.

В данном примере для *судостроительной* промышленности **ведущей областью техники** оказалась *автомобильная*.



Рис. 1.65. Судно серии Либерти

Понятие *ведущей области техники* впервые ввел Г. С. Альтшуллер.

«Существует простой способ проверить, верно ли поставлена задача: надо посмотреть, как формулируются аналогичные задачи в других отраслях техники. В особенности там, где задачи ставятся более жестко или имеют больший масштаб. Так, например, для уточнения задачи о транспортировке тарных грузов надо равняться на строительную технику: в строительстве часто приходится вести массовую транспортировку штучных грузов»²⁴.

Г. С. Альтшуллер предложил следующие **критерии выбора ведущей области техники**:

- 1. Более жесткие, тяжелые условия выполнения данной функции.**
- 2. Большой масштаб применения этой функции.**

«Слово «ведущие» взято в кавычки потому, что в изобретательстве это понятие относительное. Каждая отрасль является одновременно и ведущей (по отношению к одним отраслям техники), и ведомой (по отношению к другим). Иногда взаимоотношения между отраслями более сложны: одна и та же отрасль оказывается в чем-то ведущей относительно другой, а в чем-то – ведомой. Так, машиностроение – ведущая отрасль по отношению к строительной индустрии, когда речь идет об уровне организации производства, технологии, производительности труда: все это в машиностроении выше, чем в строительстве. Но в использовании предварительно напряженных конструкций строительная техника накопила такой опыт, которого машиностроение еще не имеет.

Изобретателю необходимо изучать ведущие отрасли, их главные (с изобретательской точки зрения) достижения, тенденции, новые методы. Иначе говоря, изобретатель должен постоянно следить за тем, какие задачи сегодня решаются в ведущей отрасли техники, потому что завтра сходные задачи могут возникнуть и в той отрасли, в которой он работает»²⁵.

«В ведомых отраслях наибольший интерес для изобретателя представляют самые отстающие участки. Чем лучше изобретатель знает эти отстающие участки, тем шире он может использовать новую техническую идею, полученную в результате решения задачи.

Кроме того, изучение ведомых отраслей техники облегчает определение общих тенденций технического прогресса. «Ведущие» и «ведомые» отрасли – это как бы две точки, через которые можно провести только одну прямую, точно определяющую направление развития техники»²⁶.

Пример 1.63. Воспоминания космонавта Константина Феоктистова²⁷

«Мы стремились при разработке корабля „Восток“ сделать его не только быстро, быстрее американцев (они уже объявили, что будут разрабатывать космический корабль), но, главное, сделать его надежным. Достаточно тривиальная постановка задачи. Но как этого добиться? И ответ тоже достаточно тривиальный: применением предельно надежных, по возможности простых решений, уже апробированных схем и принципов, использованием оборудования в основном уже отработанного, резервированием везде, где это в принципе возможно, приборов, агрегатов, механизмов. Например, разработку элементов, обеспечивающих очистку воздуха в кабине, создавали, опираясь на опыт подводного флота»²⁸.

В данном примере для космической промышленности **ведущей областью техники** оказалась **судостроительная**.

Понятие «ведущей области» может применяться и для других областей знаний, а не только техники.

Пример 1.64. Журналистика

«Начну эту лекцию, как и обещал, с вопроса. В какой всем известной, но чаще только по названию, книге изложены жизненные ситуации, наиболее любимые СМИ? Жду ваших ответов.

*Библия? Нет. «Декамерон»? Уже ближе. Учебник зоологии? Остроумно и почти в точку. Но все же не то. Что? Правильно – **Уголовный кодекс!** Сборник, в котором собраны и описаны наиболее распространенные отклонения от стандартного поведения людей. Не случайно один из песенных героев Высоцкого говорил, что он открывает кодекс на любой странице и, не отрываясь, читает до конца.*

Тем более что, помимо прочего, это еще и самый краткий и доступный учебник психологии, которую журналисту тоже неплохо бы знать. Далее уже можно обратиться и к «Декамерону» с Библией»²⁹.

Опишем некоторые изобретения, которые Артур Конан Дойл предложил по аналогии путем переноса решений из других областей³⁰.

Пример 1.65. Подводная мина

Во время Первой мировой войны британский флот подрывался на минах, поставленных немцами.

По аналогии вылавливания макарон, «Дойл предложил использовать для этой цели щуп в виде большой вилки, который можно было бы в случае опасности выставлять перед носом корабля, глубоко погружая в воду, и взрывать мину прежде, чем судно подойдет к ней вплотную. Он написал о своем изобретении в газеты, написал в военное министерство, но ответа не получил. (Приспособления против мин британский флот стал использовать только в 1916-м.)»³¹.

Пример 1.65. Спасательная шлюпка

Сегодня трудно себе представить, но к началу Первой мировой войны «на военных кораблях не разрешалось держать шлюпки, так как они при попадании снаряда могли загореться и создать дополнительную опасность. От мины или торпеды, выпущенной с подводной лодки, корабль моментально погибал весь – какая уж там дополнительная опасность!»³².

Нужно отметить, что первая спасательная шлюпка была испытана 30 января **1790** года на реке Тайн в северной Англии. Это была специализированная спасательная шлюпка берегового базирования. Она получила имя «Ориджинал» (Original). Длина шлюпки составляла 30 футов. Плавсредство было снабжено десятью веслами. А появилась спасательная шлюпка в результате печального инцидента, произошедшего на реке в **1789** году. Судно попало на мель в бурю на море недалеко от впадения реки. И хотя вся команда – 8 человек – были в поле зрения, никто не осмелился попытаться спасти их, потому что это было равносильно самоубийству³³.

По аналогии с этой шлюпкой Конан Дойл предложил в первые дни войны «оснащать суда достаточным количеством шлюпок, а с началом боя спускать их на воду и буксировать при помощи катера; представители Адмиралтейства (которое тогда возглавлял Уинстон Черчилль) его жестоко высмеяли»³⁴.

Пример 1.67. Спасательный жилет

16 ноября 1841 года в Нью-Йорке Наполеон Эдуард Гуэрин запатентовал пробковый спасательный жилет³⁵.

По аналогии с этим Дойл предложил «индивидуальные надувные круги, которые позволили бы морякам продержаться на воде хотя бы некоторое время, пока не подоспеет помощь». Он сразу обратился в газеты. «Дейли мейл» и «Дейли кроникл», в течение нескольких дней писали почти исключительно о спасательных кругах. Предложение было настолько простым и понятным, что военные на сей раз отреагировали немедленно: недели не прошло, как от Адмиралтейства поступил заказ производителям резиновых изделий на изготовление 250 тысяч кругов. «Газета „Хэмпшир телеграф“ писала, что Адмиралтейство всецело обязано сэру Артуру Конан Дойлу и должно благодарить его.... Уже в октябре всем экипажам флотилий, базирующихся в Северном море, стали выдавать спасательные круги, отгружая их прямо с заводов. В „Хэмпшир телеграф“ было написано: „Круг изготовлен из резины, уложен в прочную сетку-чехол и весит вместе с ней меньше трех унций. Его можно носить в кармане, а надев, как положено, на шею, надуть за десять секунд. Он предназначен, чтобы удерживать над водой голову человека бесконечно долгое время“. (Эта штукавина, как мы понимаем, впоследствии трансформировалась в спасательный жилет)»³⁶.

Пример 1.68. Надувная лодка

По аналогии с надувными кругами Конан Дойл предложил делать надувные лодки.

«Тотчас он начал новую кампанию, за лодки, но тут он не смог пробить адмиральскую броню. Черчилль ответил ему вежливым письмом, но оснащать военные суда надувными шлюпками стали лишь во время Второй мировой. И все же благодаря спасательным кругам и тому, что на британских кораблях стали размещать некоторое количество деревянных шлюпок, много людей смогли спастись»³⁷.

Пример 1.69. Бронежилет

По аналогии с латами в 1915 году Дойл предложил: «Если нельзя одеть солдата в доспехи – можно защитить хотя бы голову и сердце. Британские солдаты не носили касок, тогда как французские – носили; нужно обязательно последовать их примеру... Почему бы не закрыть грудь тонкой и прочной стальной пластиной?... Опять бесчисленные статьи в „Дейли кроникл“ и в „Таймс“... Воззвания доктора успеха у военных чинов не имели. Генералы и члены кабинета министров отзывались о нем, как о надоедливом профане. Каски, правда, британские солдаты стали носить. Но бронежилеты появятся еще очень нескоро»³⁸.

Кроме того, это понятие можно использовать для развития теории. Вот, например, что пишет Г. С. Альтшулер:

«При составлении таблицы для каждой клетки приходится определять авангардную отрасль техники, в которой данный тип противоречий устраняется наиболее сильными и перспективными приемами. Так, для противоречий типа «вес-продолжительность действия», «вес-скорость», «вес-прочность», «вес-надежность» наиболее подходящие приемы содержатся в изобретениях по авиационной и космической технике. Противоречия, связанные с необходимостью повышать точность, эффективнее всего устраняются приемами, присущими изобретениям в области оборудования для физических экспериментов.

Таблица применения приемов, используемых в ведущих отраслях техники, помогает находить сильные решения для обычных изобретательских задач. Чтобы таблица годилась и для задач, только еще возникающих в ведущих отраслях, она должна дополнительно содержать новейшие приемы, которые начинают входить в изобретательскую практику. Эти приемы чаще всего встречаются не в тех «благополучных» изобретениях, на которые выданы авторские свидетельства, а в заявках, отклоненных из-за «неосуществимости», «нереальности». Таблица, таким образом, отражает коллективный творческий опыт нескольких поколений изобретателей»³⁹.

В ТРИЗ аналогия используется очень активно на разных уровнях. По аналогии для решения определенного вида задач используются задачи-аналоги, стандарты, эффекты, приемы и ресурсы. Для разрешения стандартных противоречий используются определенные инструменты.

1.5. Выводы

Аналогия – один из важных инструментов изобретателя. Изобретатель должен постоянно собирать интересные решения, методы и приемы анализа и решения задач и использовать их по аналогии.

Глава 2. Инверсия

2.1. Определение инверсии

Прием «инверсия», или «обратная аналогия», означает – выполнить что-нибудь *наоборот*.

Для него характерны выражения:

- перевернуть вверх «ногами»;
- вывернуть наизнанку;
- поменять местами и т. д.

2.2. Инверсия функции (действия)

Функциональная инверсия. Сделать функцию или действие обратным. Нагревание – охлаждение, притягивание – отталкивание, строить – ломать и т. д.

Пример 2.1. Косилка

Обычно траву сначала косят, а потом сушат, выбирая для этого самые жаркие и сухие дни. А что если делать наоборот— сначала сушить, причем как можно быстрее, а потом косить? Голландские специалисты сконструировали машину, которая довольно быстро подсушивает траву, обрабатывая ее паром при температуре 300 °С. Ширина захвата машины 6 метров, производительность 40 т/час. Паром можно обработать не только будущее сено, но и картофельную ботву перед уборкой или какую-либо другую культуру, если нужно замедлить ее рост.

Пример 2.2. Печь-гриль

В печи-гриле вращается приготавливаемая пища, например курица. Разработан гриль, где приготавливаемая пища неподвижна, а вокруг нее вращаются горячие потоки воздуха (рис. 2.1).

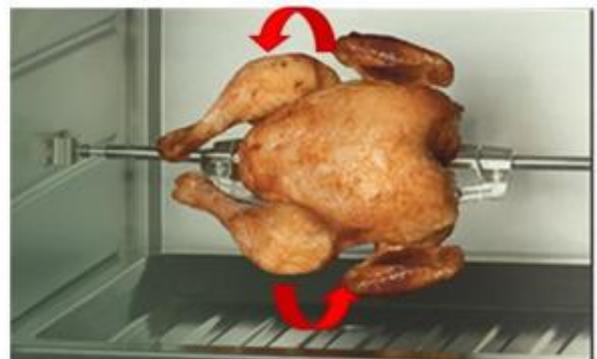


Рис. 2.1. Печь-гриль

Пример 2.3. Антикрыло

Функция крыла – поднимать объект (самолет или судно). Противоположная функция опускать – прижимать. Автомобиль на большой скорости отрывается от дороги. Стали использовать крыло, у которого «подъемная» сила направлена к земле – антикрыло (рис. 2.2). Первоначально антикрыло использовали только в спортивных автомобилях. Сегодня антикрыло используют и в обычных автомобилях.



Рис. 2.2. Антикрыло

Пример 2.4. Сканер

В обычных сканерах лист с изображением кладется лицевой стороной вниз и накрывается крышкой. Это не дает возможности точно расположить изображение относительно стекла. В сканер Hewlett-Packard ScanJet 4600 лист с изображением кладется лицевой стороной вверх (рис. 2.3). Сканер можно извлечь из держателя и приложить к изображению, если нет возможности сделать наоборот. Это позволяет, например, переснять изображение на стене. Если же короб перевернуть в подставке, то он превращается в обычный сканер без крышки, что позволяет снимать копии с толстых книг. Наконец, размеры этого автомата позволяют его удобно носить с собой и включать всюду, где только есть электричество и компьютеры.



Рис. 2.3. Сканер

Пример 2.5. Собака и полицейский

Дейл Карнеги часто гулял с собакой в парке около своего дома. Собака дружелюбная и безобидная. Поскольку в парке редко кто встречался, Дейл водил свою собачку без поводка и намордника, что было запрещено законом.

Однажды они наткнулись на полицейского, который сказал, что если он еще раз увидит этого пса в парке без поводка и намордника, то дело будет передано в суд.

Некоторое время Дейл не нарушал закона, но затем он снова пошел на риск. Какое-то время все шло прекрасно, а затем снова наткнулись на этого полицейского. Отступить было поздно.

Вместо оправданий Карнеги решил поступить наоборот – он немедленно и категорично признал себя виноватым. Функцию оправдания он заменил функцией признать себя виновным.

«Офицер, вы поймали меня на месте преступления. Я виноват. У меня нет никаких оправданий, и вы должны оштрафовать меня».

Полицейский стал уговаривать хозяина собаки, что в этом ничего нет страшного. Но Карнеги настаивал на своем. И даже сказал, что она может загрызть белку.

«Вы на это смотрите чересчур серьезно», – ответил полицейский. – «Дайте побегать собачке за тем холмом, чтобы мне не было видно, и забудем об этом».

Пример 2.6. Тренировка бегунов

Спортсмены тренируются, бегая по беговой дорожке на стадионе. Сейчас имеются движущиеся беговые дорожки и тренажеры, в которых можно задавать скорость движения ленты, ее наклон и другие параметры (рис. 2.4). Двигается лента, а спортсмен находится на одном месте.



Рис. 2.4. Тренировка бегунов



Пример 2.7. Тренировка пловцов

Устройство для тренировки пловца. Пловец на месте, а движется вода⁴⁰ (рис. 2.5).

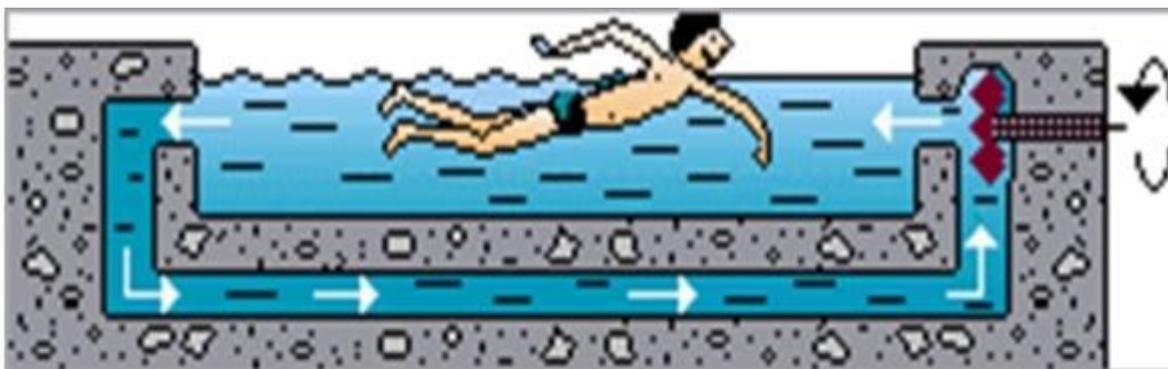


Рис. 2.5. Тренировка пловцов

Пример 2.8. Эскалатор

Аналогично рассмотренным примерам сконструирован эскалатор

(рис. 2.6) – человек стоит, а лестница движется.



Рис. 2.6. Эскалатор

Пример 2.9. Очистка фильтров для воды

В индивидуальном фермерском хозяйстве широко применяются частные водонапорные скважины. В особо жаркие периоды года в скважину помещается труба, на конце которой фильтр (рис. 2.7). По мере откачивания воды фильтр засоряется наростами из глины. Необходима очистка, но какая?

Вероятное решение: Возможен принцип **наоборот**, то есть подается вода в обратном направлении и грунт сам смывается, но это энергетически не выгодно, да и где взять в засуху воду? Если снять насос и опустить высоковольтный кабель и подключить к источнику тока, то возникающий электрический пробой между стенкой трубы и электродом создает мощный импульс давления, который пробивает сквазку фильтра и очищает ее.

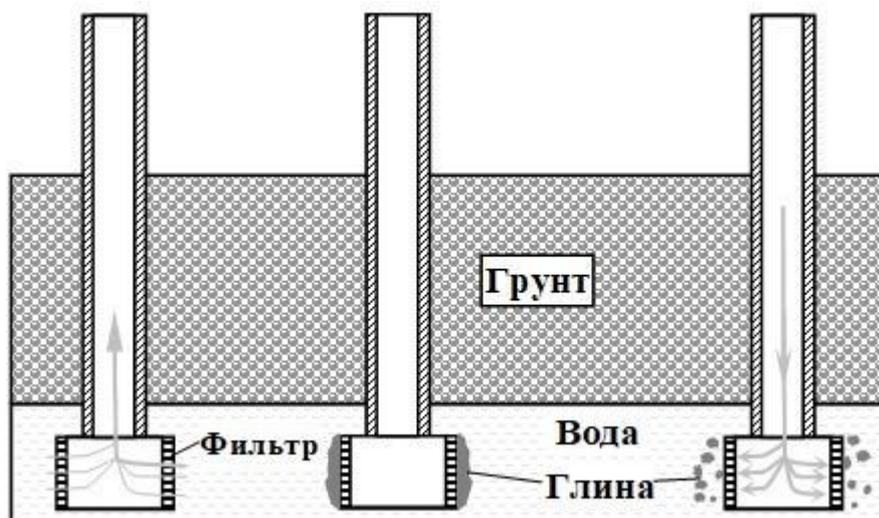


Рис. 2.7. Очистка фильтров для воды

Задача 2.1. Как поднять поврежденный корабль?

Когда корабль получает серьезное повреждение, он не может добраться своим ходом до ремонтного завода и часто не может находиться на плаву. В таких случаях его перевозят на самоходной барже. На баржу корабль поднимает специальный плавучий кран. Как быть, если такого крана нет?

Используем прием «инверсия». Не корабль поднимается на баржу, а баржа опускается под корабль (рис. 2.8).

Задача 2.2. Испытание кубика

Для исследования действия кислоты на металл используют камеру с толстыми стальными стенками. В камеру помещают кубик из испытуемого металла и заливают кислоту (рис. 2.9а). Кислота разъедает стенки камеры.

Как быть?

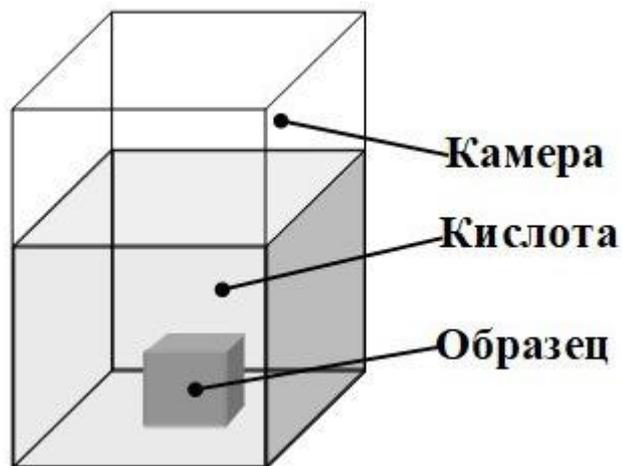


Рис. 2.9а. Испытание кубика

Противоречие: кислота нужна, чтобы испытывать кубик, и не нужна, чтобы не портить камеру.

Разделим эти противоречивые свойства в пространстве. Кислота нужна только возле кубика (рис. 2.9б) и не должна быть возле стенок камеры.

Возникает новое противоречие: камера нужна, чтобы удерживать кислоту, и не нужна, чтобы кислота ее не портила.

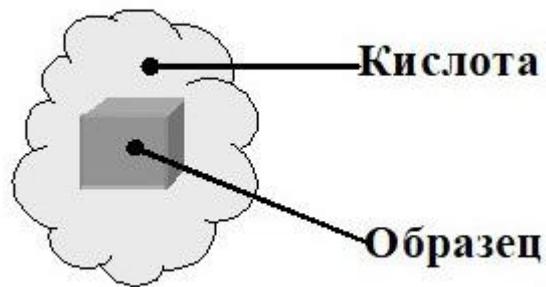


Рис. 2.9б. Испытание кубика

Значит нужно отказаться от камеры, но как удержать кислоту возле кубика?

Воспользуемся еще раз приемом **наоборот**. Не кислота вокруг кубика, а кубик вокруг кислоты.

Ответ: Кубик делают полым и наливают кислоту в кубик (рис. 2.9в).

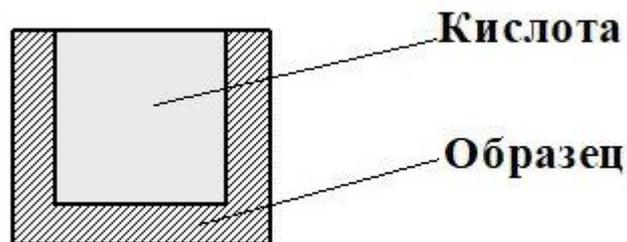


Рис. 2.9в. Испытание кубика

Задача 2.3. Киносъемка

По сценарию герой должен был выходить из озера сухим. Как отснять такой фильм?

Съемку вели в обратном порядке. Актер пятился к озеру, постепенно входя в него. При воспроизведении достигли желаемого результата.

2.3. Инверсия структуры

Структурная инверсия. В понятие структуры входит состав системы и ее внутреннее устройство.

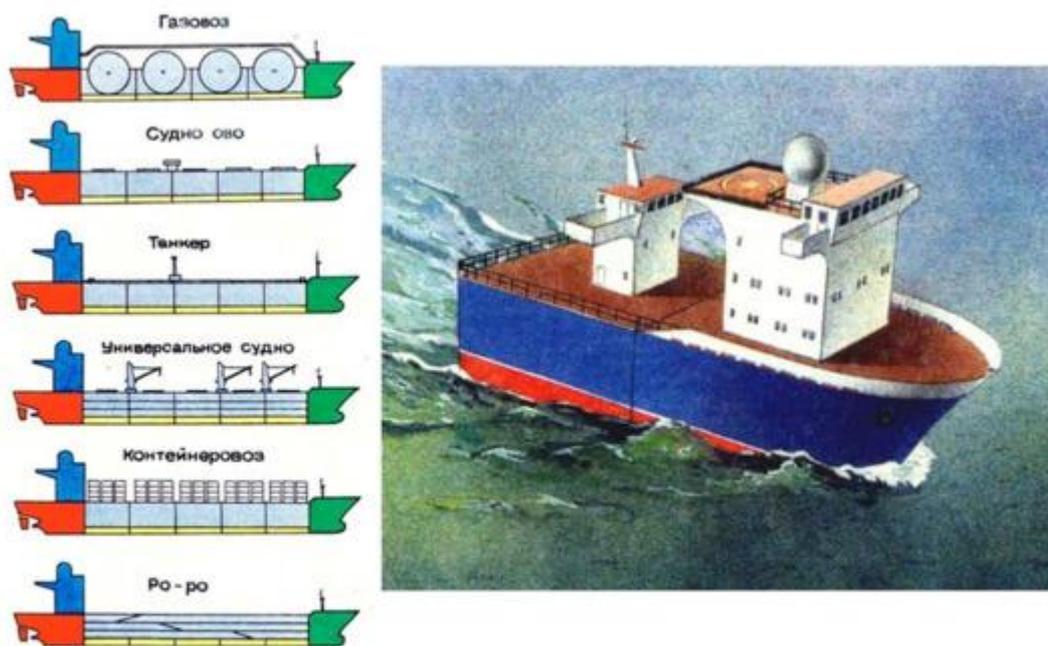
Много – мало элементов, однородные – разнородные элементы, сплошная – дискретная структура, монолитная – дисперсная, полная – пустая, статичная – динамичная структура, линейная – нелинейная, иерархическая – одноуровневая и т. п.

Пример 2.10. Микросхема

Электронная и радиоаппаратура ранее имела платы со многими элементами (транзисторы, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, соединительные провода и т. п.), которые в дальнейшем были заменены микросхемами. Процессор заменил многие элементы (**много** элементов – **один** элемент).

Пример 2.11. Модульные суда

Суда, как правило, имеют постоянную (**статическую**) структуру: сухогруз, танкер и т. д. Разработана модульная (**динамичная**) конструкция судна, которая имеет носовую и кормовую части (оконечности), а в середину (среднюю часть корпуса) может помещаться любой модуль (рис. 2.10)⁴¹. Таким образом, собираются транспортные суда различного назначения. Модульные суда строили в США на Великих озерах.



Виды модульных судов

Носовая и кормовая оконечности судна

Оконечности в состыкованном виде осуществляют переход с верфи, где они были изготовлены, на судостроительную верфь, где собирается все судно.

Рис. 2.10. Модульные суда

Пример 2.12. Модульные грузовики

Аналогичное решение, раньше, было предложено для грузовиков

(рис. 2.11). Более ранние аналоги – буксир и различные баржи; паровоз и различные вагоны.



Рис. 2.11. Модульные грузовики

Пример 2.13. Контейнер

Пример на инверсию предыдущего примера. Один и тот же контейнер перевозится на разных транспортных средствах: авиация (вертолет), железная дорога, автомобильный транспорт, морской транспорт.

2.4. Инверсия формы

Инверсия формы. *Выпуклая – вогнутая, толстая – тонкая, симметричная – асимметричная, плоская – объемная, шероховатая – гладкая, наружная – внутренняя поверхность, сплошная – разрывная и т. п.*

Пример 2.14. Снижение сопротивления

Известно, что для лучшего обтекания водой или воздухом телу придают соответствующую форму, а поверхность выполняется максимально гладкой. Разработана пленка, снижающая сопротивление воды. Тысячи мелких, почти незаметных для глаз желобков на ее поверхности напоминают в поперечном разрезе зубья пилы (рис. 2.12) и гасят трение жидкости о стенку (корпус судна). Пленку толщиной 6 мм крепят к корпусу яхты, как обои к стенке. Пленку предполагается использовать также на самолетах и автомобилях для снижения сопротивления воздуху.

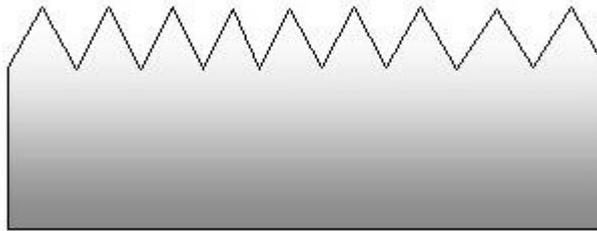


Рис. 2.12. Желобки

Пример 2.15. Французское вино J. P. Chenet

Однажды французскому королю Людовику XIV подали к обеду бутылку красного вина от винодела Шене. Вино было превосходно, а вот бутылка кривовата. Людовик рассердился и велел доставить винодела Шене в Лувр.

– Что такое, господин Шене? – спросил Людовик, ткнув пальцем в кривую бутылку.

– Она склоняется перед блеском Вашего Величества, – тут же нашелся хитрый винодел.

Людовик оценил находчивость придворного и щедро наградил его. С тех пор все вина Шене разливают в такие бутылки (рис. 2.13).

Сама бутылка симметричная, а горлышко – несимметричное.

Использована инверсия симметрии – сделали горлышко асимметричным. Это инверсия формы.



Рис. 2.13. Французское вино Шене

2.5. Инверсия параметров

Параметрическая инверсия. Противоположные параметры.

Проводник – диэлектрик, длинный – короткий, темный – светлый, твердый – мягкий.

Пример 2.16. Ковка металлов

Предложили труднодеформируемые и легко окисляющиеся металлы и сплавы ковать в вакууме, и при этом обрабатывающий инструмент и заготовку **не нагревать**, а **охлаждать** от 0°C до порога хладноломкости.

Пример 2.17. Трубопровод

В магистральных трубопроводах нефть или газ транспортируют с помощью **высокого давления** (рис.2.14). Поэтому при авариях (разрыв трубы) в окружающую среду вырывается большое количество огнеопасного вещества. Достаточно малейшей искры – не избежать катастрофы.

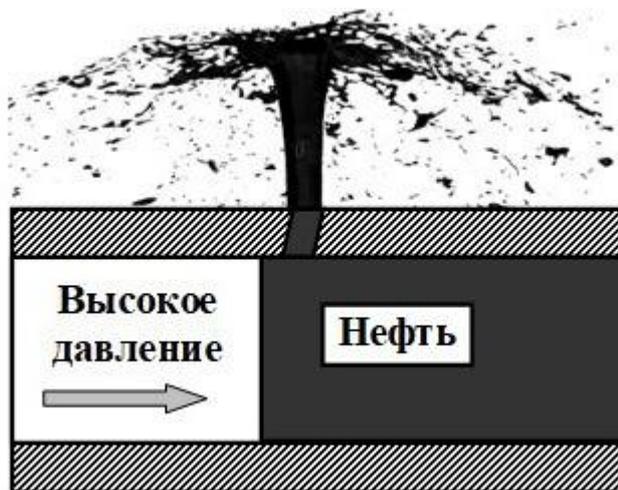


Рис. 2.14. Трубопровод

Было предложено транспортировать нефтепродукты с помощью **разряжения**, создаваемого на приемном участке трубопровода. При аварии исключен выброс продуктов. Кроме того, стенки труб можно делать более тонкими, так как они не должны выдерживать повышенное давление (рис.2.15).

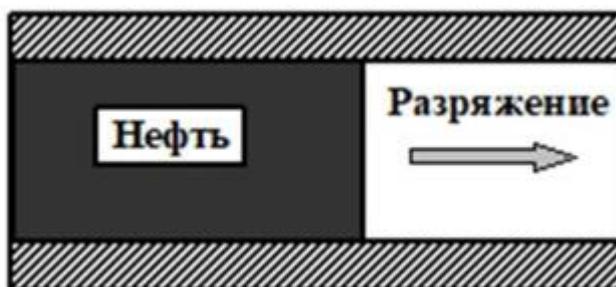


Рис. 2.15. Трубопровод

Итак, **высокое давление** заменили **разряжением**.

Пример 2.18. Клеймение животных

Горячее клеймение животных причиняет им боль и портит шкуру. Предложили металлическое клеймо **охлаждать** до минус 70 °С. Животное не почувствует боли, клеймение продлится 5—20 сек.

На месте клеймления шерсть будет расти, но совершенно белой.

Пример 2.19. Измерение размера детали

Измерение размера детали при токарной обработке обычно выполняют путем контроля за размером изделия. Если контролировать расстояние между щупом и резцом, то можно гарантировать абсолютно точное изготовление деталей. Этот принцип лег в основу

прецизионных токарных станков, созданных в Швейцарии. Приобработке на них изделий с припуском 20—30 микрон не требуется последующее шлифование.

Пример 2.20. Инверсия мотивов

Одним из важных приемов импровизации и прелюдирования в эпоху барокко считалась техника инверсии. Такая инверсия – это способ изложения материала по принципу «наоборот»: слева направо, справа налево (горизонтальная), снизу вверх, сверху вниз (вертикальная). Данную технику использовали не только композиторы-профессионалы, но и музыканты-любители эпохи барокко. Применение инверсии помогало развивать творческую фантазию, способствуя созданию новых вариантов произведений, а также служило незаменимым приемом в бытовом музицировании XVII – XVIII вв.

Универсальным характером отмечена используемая композиторами всех времен техника горизонтальной инверсии. Она строится на зеркальном принципе, который применяется на уровне любых композиционных единиц, или синтаксических структур текста (период, предложение, фраза, мотив)⁴².

2.6. Инверсия связи

Инверсия связи. *Есть связь – нет связи. Положительная – отрицательная связь.*

Пример 2.21. Средства связи

Соединять – разъединять (отключать). На этом принципе построены многие средства связи, например телефонная связь). Когда идет разговор, то обеспечивается связь. Во все остальное время этой связи постоянно нет.

Пример 2.22. Обратная связь

Отрицательная обратная связь используется в системах автоматического управления. Текущий параметр сравнивают с заданным или изменяемым, по определенной программе, сводя разницу к нулю (один сигнал вычитается из другого). Это и есть принцип обратной связи. Положительная обратная связь используется, например, в усилителях. Сигнал складывается с существующим сигналом и увеличивается (усиливается).

2.7. Инверсия пространства

Инверсия пространства. Изменение положения в пространстве на 90° и 180°, перемещение объекта в другое место, изменение взаиморасположения объектов и т. д.

Пример 2.23. Ветроэлектрогенератор

Ось ветроэлектрогенератора обычно расположена по горизонтали, а электрогенератор находится на башне рядом с ветряным колесом (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Классический ветроэлектрогенератор

Американские конструкторы разработали ветряк, колесо которого вращается вокруг вертикальной оси (рис. 2.17). Его генератор находится на земле – для передачи вращения при этом уже не нужны передаточные механизмы, опорная башня может быть проще и меньше. А главное, его работа не зависит от направления ветра и, значит, не нужны устройства, разворачивающие ветряное колесо, словно флюгер, против воздушного потока.

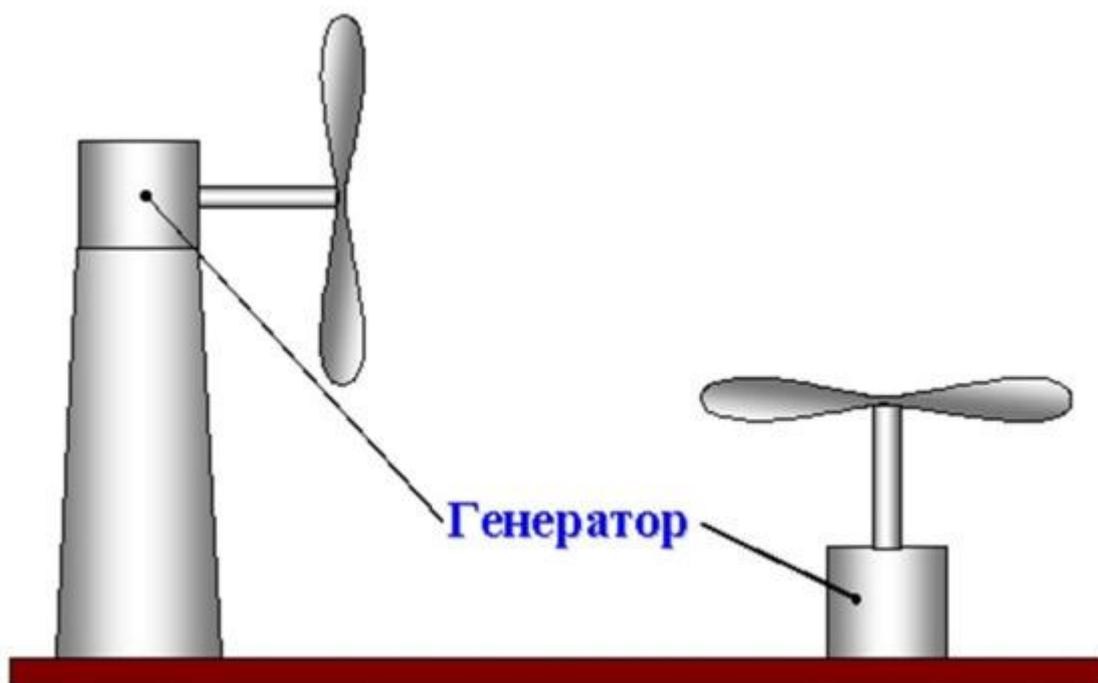


Рис. 2.17. Новый проект ветроэлектрoгенератора

Пример 2.24. Фокус

Опишем один фокус. Фокусник показывает зрителям листок картона, на котором нарисована стрелка, показывающая направо. Он ставит картинку за стеклянным стаканом.

Зрители смотрят на картинку через стакан и видят стрелку, показанную налево (рис. 2.18).



Рис. 2.18. Фокус

Секрет фокуса. Когда в стакан наливается вода, получается линза, которая переворачивает изображение. Чтобы этот трюк получился, экспериментальным путем подберите расстояние между стаканом и картинкой (2.19).

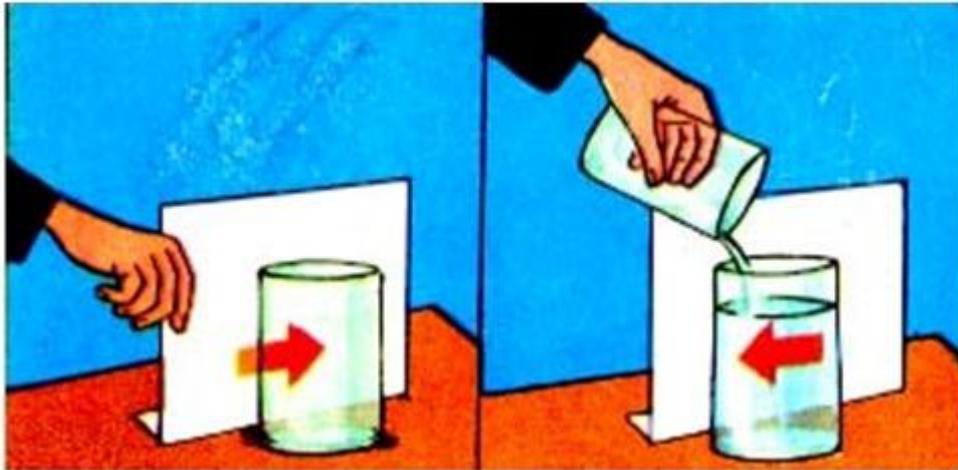


Рис. 2.19. Секрет фокуса

Фокус рассказал Эмиль Кио.

Пример 2.25. Зоопарк

В зоопарке посетитель хочет как можно ближе рассмотреть животное, но при этом соблюдать безопасность и не навредить животным. В идеале посетитель должен быть рядом с животным. Особенно трудно наблюдать за американскими сурками. Они очень пугливы и при малейшем подозрении тут же скрываются в своих глубоких разветвленных норах (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Американский сурок

В одном из зоопарков США создали сеть подземных переходов, выходы из которых закрыли стеклянными колпаками. Люди идут по переходам и из колпаков наблюдают за сурками (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Зоопарк

Пример 2.26. Подводная обсерватория

Такая же задача и при просмотре подводного мира. Созданы аквариумы, но в них мы видим искусственный мир. Некоторые люди спускаются под воду с аквалангами, но это не каждый может сделать.

Неплохо бы видеть подводный мир, но находиться в комфортных условиях.

В городе Эйлат (Израиль) имеется подводная лодка, которая спускается на глубину и через иллюминаторы можно наблюдать за подводным миром. В том же городе имеется подводная обсерватория. Она находится в специальной башне (рис. 2.22) и спускается на глубину.



Рис. 2.22. Подводная обсерватория. Башня

По периметру башни в подводной ее части имеются большие окна (рис. 2.23) через которые посетители могут наблюдать красоты подводного мира Красного моря.

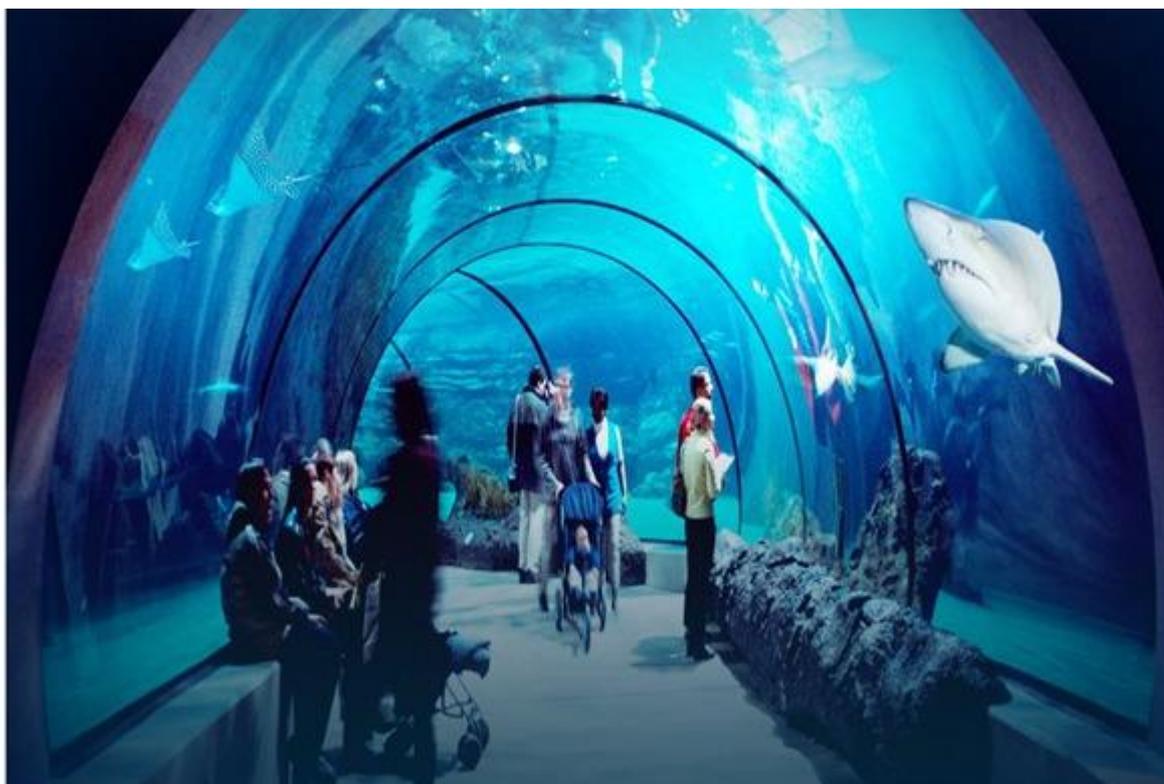


Рис. 2.23. Подводная обсерватория. Площадка наблюдения

2.8. Инверсия времени

Инверсия времени. Быстро – медленно, непрерывно во времени – квантовано, прошлое – настоящее – будущее.

Пример 2.27. Резка труб

При резке труб нож сминает края. Предложено резку труб осуществлять на большой скорости (рис. 2.24)⁴³.

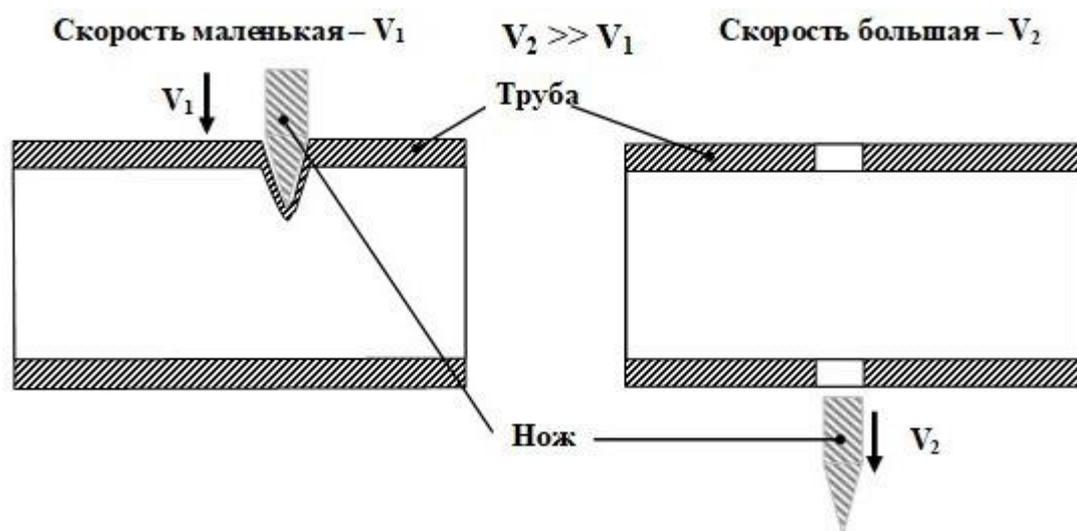


Рис. 2.24. Резка труб

Пример 2.28. Цифровая техника

Аналоговая техника все больше заменяется дискретной (цифровой). Первоначально это касалось компьютеров и измерительной техники, а в настоящее время большое распространение получили бытовые цифровые приборы.

2.9. Инверсия информации

Инверсия информации. Информация – противоположная информация, верная – ложная информация, да – нет и т. д.

Пример 2.29. Хитрость Наполеона

Наполеону было известно, что одна из его приближенных – графиня Пелестрина – австрийская шпионка. Легче всего было бы ее казнить, но Наполеон поступил наоборот и добился больших результатов. Многократно в ее присутствии Наполеон «проговаривался» о важных вещах. Так он поставлял ложную информацию.

Пример 2.30. Игра на бирже

Натан Майер фон Ротшильд, основатель лондонского банка N M Rothschild & Sons. Компания процветала благодаря участию на рынке государственных облигаций. В 1814 году британское правительство привлекло его банк к финансированию военной кампании против Наполеона, которую возглавлял герцог Веллингтон.

Безусловно, от исхода битвы при Ватерлоо 18 июня 1815 года зависело состояние лондонской биржи, поэтому к ней было приковано пристальное внимание. При победе Наполеона цены облигаций английского государственного займа будут падать, а в случае победы Веллингтона бумаги сильно подскочат в цене.

В начале сражения при Ватерлоо преимущество находилось на стороне Наполеона. Об этом стало известно в Лондоне.

Веллингтон выиграл сражение только после присоединения к английским войскам подоспевшего прусского корпуса Блюхера.

По одной из легенд, Ротшильд имел своих людей, наблюдавших за ходом боя, поэтому он первый получал эту информацию.

Натан сообщил о поражении Наполеона английскому правительству и отправился на фондовую биржу. Любой банкир на его месте, имея такую информацию, стал бы скупать бумаги английского государственного займа. Однако Натан поступил наоборот, продал эти облигации. Тогда все стали тоже продавать эти акции. В результате ценность бумаг значительно упала. В момент, когда государственные бумаги упали до самого низкого уровня, Ротшильд выкупил облигации за минимальную цену.

Через несколько часов поступило официальное сообщение о поражении Наполеона, и цена облигаций государственного займа Англии существенно поднялась.

Пример 2.31. Хитроумный шпион

Элизабет Ван Лью – крупнейший агент северян во время гражданской войны в США, находясь в г. Ричмонде, занятом южанами, откровенно демонстрировала свои симпатии к северянам, организовав даже медицинскую помощь и снабжение теплыми одеялами пленных северян. Трудно было заподозрить в шпионской деятельности человека, не скрывавшего своих симпатий к врагу.

Задача 2.4. Как бросить курить?

Когда курильщику говорят, чтобы он бросил курить, как правило, у него это вызывает протест.

Необходимо применить инверсию. Пусть он курит, но при этом видит, что происходит в его легких.

Было предложено сделать пепельницу в виде легких (рис. 2.25) или урны, стоящие на изображении гроба (рис. 2.26).



Рис. 2.25. Как бросить курить?



Рис. 2.26. Как бросить курить?

Пример 2.32. Количество продукции

Подсчет количества произведенной продукции в массовом производстве осуществляется не по тому, сколько продукта произведено, а сколько исходных материалов осталось.

2.10. Инверсия потребностей

Пример 2.33. Компьютерные игры

У тех, кто любит играть в компьютерные игры, имеется потребность в поиске новых игр. Для этого он посещает соответствующий сайт игр.

Сейчас игра заходит в мир человека. К пользователю игр звонит персонаж из MMORPG игры на сотовый с важным сообщением.

Пример 2.34. Зарплата врача

Зарплата частного врача зависит от того, сколько у него больных и как часто они обращаются к врачу. Поэтому у врача потребность привлекать как можно больше пациентов.

Потребность пациента быть здоровым и как можно меньше ходить к врачу, чтобы не платить ему деньги.

В древнем Китае врачу императора платили зарплату, пока император здоров, как только он заболел, то врач лечил его бесплатно.

Пример 2.35. Генри Форд

Генри Форд платил отделу внутреннего ремонта и обслуживания не за работу, а за простой.

Пример 2.36. Магазин

Люди имеют потребность совершать покупки, для этого они идут в магазин.

Создали интернет-магазины, которые идут к покупателю.

Пример 2.37. Покупки

Купленные товары клиент должен доставить домой. Сейчас осуществляется доставка заказа клиенту домой. Не клиент идет в магазин, а магазин идет к клиенту.

2.11. Выводы

Прием *инверсия* – один из наиболее часто применяемых приемов в изобретательской практике.

Глава 3. Эмпатия

Эмпатия (греч. *ἐν* – «в» + греч. *πάθος* – «страсть», «страдание», «чувство») – осознанное сопереживание текущему эмоциональному состоянию другого человека без потери ощущения внешнего происхождения этого переживания⁴⁴.

Эмпатия – это отождествление себя с личностью другого. Иногда об этом действии говорят «войти в шкуру другого», то есть поставить себя на место другого. Таким приемом часто пользуются артисты, писатели, художники и т. п.

Пример 3.1. Лечение депрессии

Важным условием лечения депрессии служит эмпатия – умение психотерапевта поставить себя на место больного, посмотреть на мир его глазами и испытать его чувства.

Подобным же образом можно использовать этот прием в изобретательстве. Человек отождествляет себя с рассматриваемым объектом или процессом. Применение приема

заключается в том, чтобы человек, посмотрел на ситуацию с позиции рассматриваемого объекта (с «его точки зрения») и установил, что можно сделать для устранения недостатков или для выполнения новых функций.

Пример 3.2. Имитация беременности

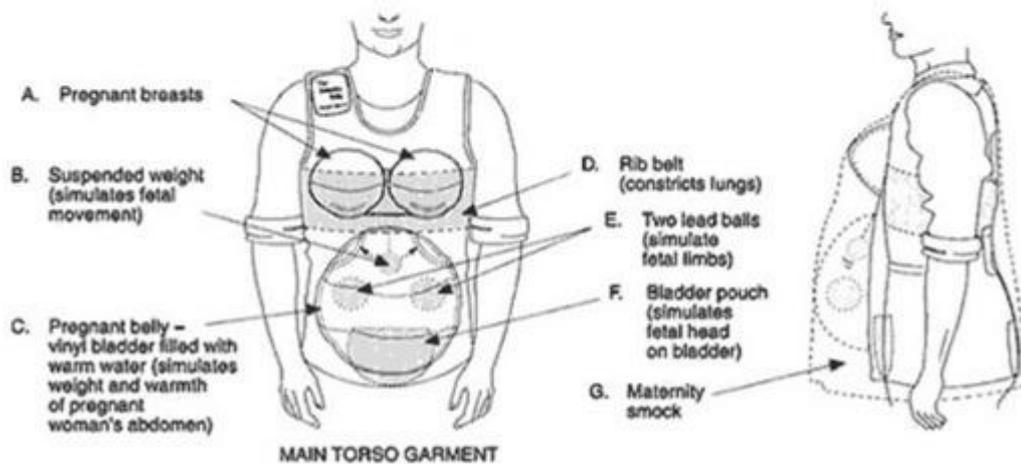
Компания Birthways, Inc выпустила набор средств для имитации беременности. Они имитируют 20 симптомов беременности и ее последствий. Например, (рис. 3.1а и 3.1б):

- Увеличение веса до 13,6 кг;
- Удары в живот ногами плода и поглаживающие движения;
- Поверхностное дыхание и одышка;
- Повышение артериального давления, пульса и температуры тела;
- Давление мочевого пузыря и частота мочеиспускания;
- Боли внизу спины;
- Изменение центра тяжести;
- Изменение походки – ковыляние (хождение вперевалку);
- Усталость, раздражительность и многое, многое другое!



а) Эмпатия живота
"The Empathy Belly"

б) Комплект учебного модуля



в) устройство и принцип действия "The Empathy Belly "

Рис. 3.1. Имитатор беременности

Эти средства созданы для того, чтобы еще не рожавшая женщина, мужчина или дети могли бы испытать на себе, что испытывает женщина во время беременности.

Оно также испытывается для:

- Профилактики подростковой беременности;
- Образования перед родами;
- Медицинского и сестринского образования;
- Дородового ухода и т. д.

Отдельно выпускается комплект для имитации отдышки (рис. 3.2).



в) Имитатор отдышки
"The Empathy Lungs"

г) Комплект для имитации отдышки
"The Empathy Lungs"

Рис. 3.2. Имитатор беременности

Задача 3.1. Грецкий орех

Как расколоть грецкий орех (рис. 3.3), не повредив его?



Рис. 3.3. Ядро грецкого ореха

Попробуем решить эту задачу, используя прием эмпатия.

Представим себя ядром грецкого ореха. Мы находимся внутри скорлупы. Там темно и хочется выбраться наружу, не правда ли?

Вспомним, как традиционно колют грецкий орех. Обычно орех колют щипцами или молотком, создавая усилия снаружи, направленные к ядру (рис. 3.4).

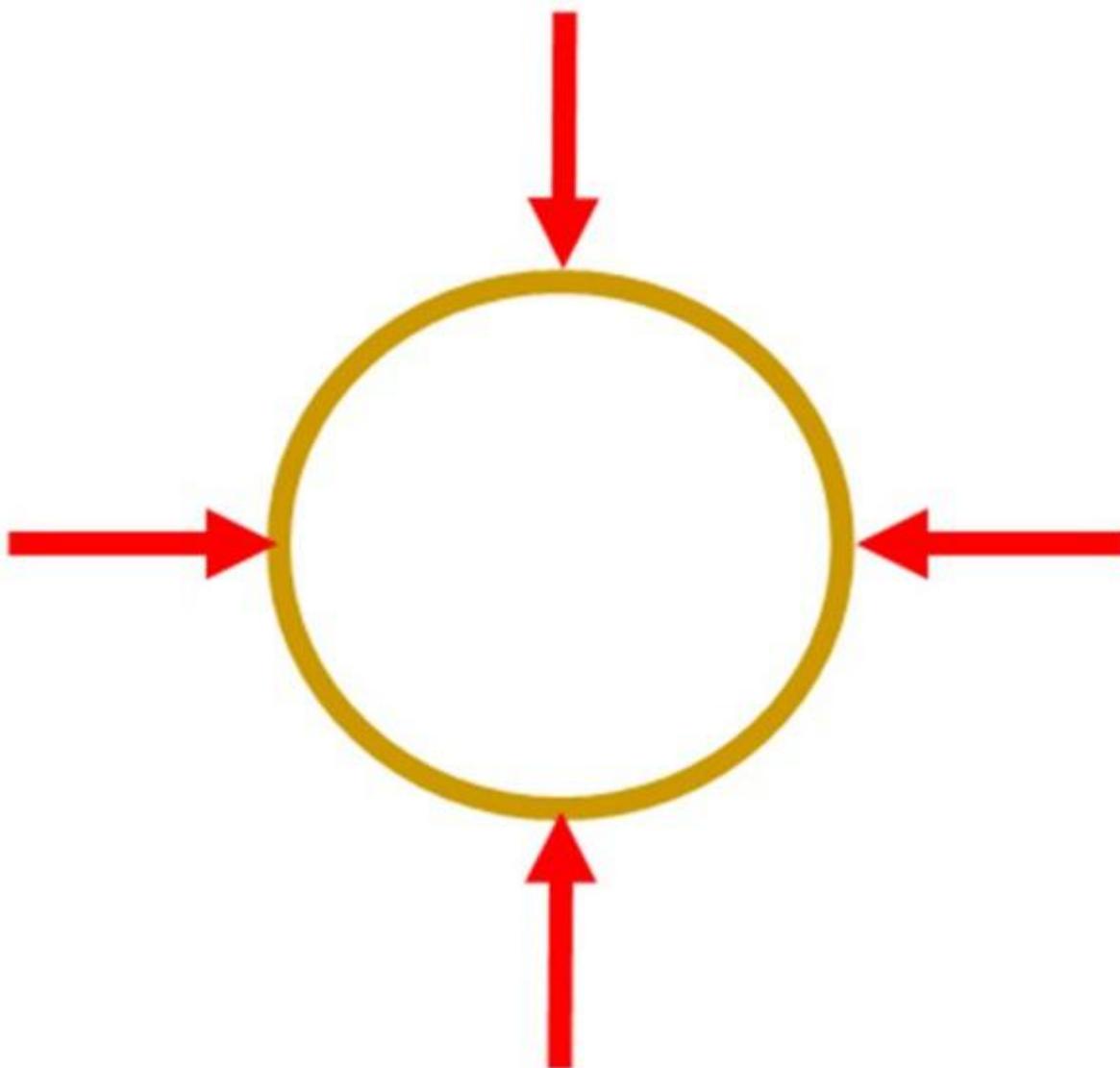


Рис. 3.4. Воздействия на орех снаружи

Понравится ли вам (ядру) такой способ? В лучшем случае вас травмируют. Мы действовали на орех снаружи. Значит, усилия необходимо создавать не снаружи, а изнутри (мы применили *инверсию*). У вас самого для этого сил нет. Вы же ядро. Очевидно, нужно привлекать внешние силы (опять использовали *инверсию*). Причем, как должны быть направлены эти силы? Безусловно, усилия должны быть направлены от ядра на внутреннюю поверхность скорлупы (рис. 3.5). И снова мы использовали прием *инверсия*.

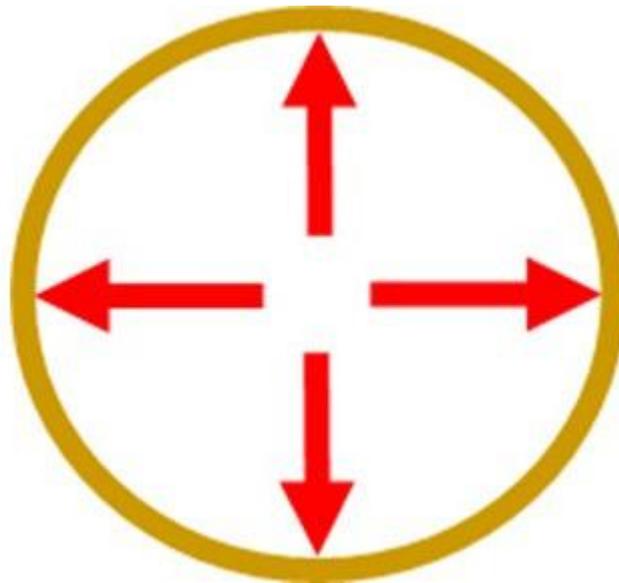


Рис. 3.5. Воздействия на орех изнутри

Чисто технически эту проблему можно решить разными способами. Просверлить отверстие и подать туда воздух под давлением (рис. 3.6).

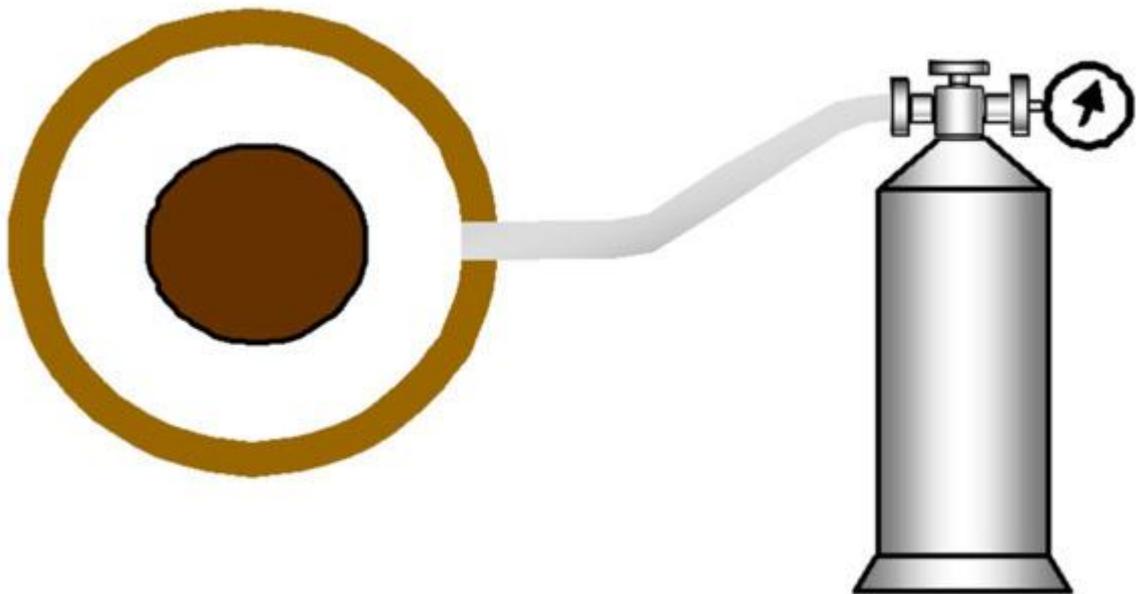


Рис. 3.6. Подача сжатого воздуха в орех

Можно, наоборот, поместить орех в вакуум. Возможно скорлупу ореха обмазать клеем с большим количеством ферромагнитных частичек и поместить орех в сильное магнитное поле, скорлупа разрывается (рис. 3.7).

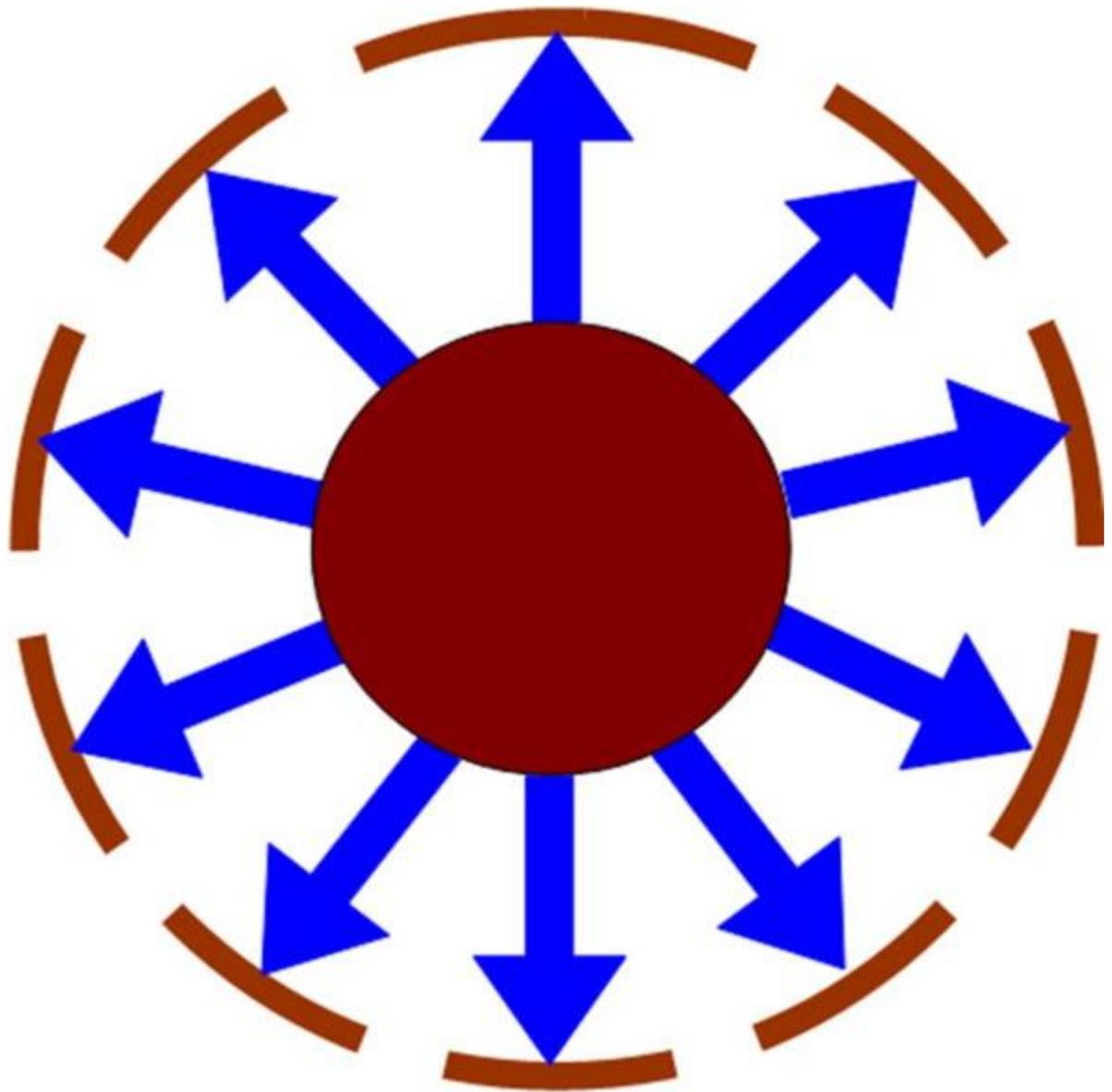


Рис. 3.7. Внутренние силы разрывают орех

Наилучшее, на наш взгляд, следующее решение. Орех помещают в герметичный сосуд и создают избыточное давление воздуха. Воздух постепенно проникнет под скорлупу. Через некоторое время в сосуде резко сбрасывается давление. Внутри ореха давление больше чем снаружи – скорлупа раскалывается – сбрасывается.

Пример 3.3. Очистка перца

По аналогии с этим решением добываются семечки из шишек, производится очистка семечек, стручков сладкого перца, очищаются фильтры или пористые объекты.

Пример 3.4. Жернова мельницы

Этот прием использовал конструктор авиадвигателей Бережков – герой книги Александра Бека «Жизнь Бережкова».

«Я придумал особую насечку жернова, насечку по принципу архимедовой спирали (рис. 3.8). Терпеливо выбирая на камне рисунок замысловатой спирали, **я вообразил себя зерном** (выделил В. П.), попадал в ручеек спирали, с наслаждением чувствовал, как меня прихватывают, раздавливают, перетирают жернова, и, довольный, вываливался стружкой замечательной муки». Прообразом Бережкова был известный советский конструктор авиадвигателей А. А. Микулин.⁴⁵

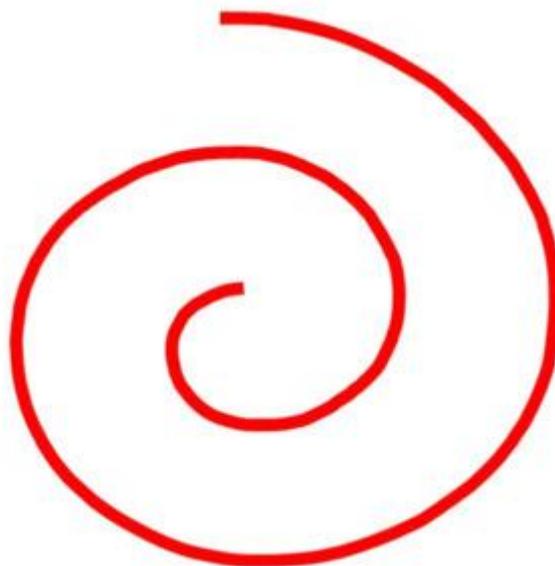


Рис. 3.8. Спираль Архимеда

Пример 3.5. Успешные продажи

Томас Стемберг (Thomas G. Stemberg) утверждает, что для успешной продажи продавец должен знать покупателя лучше себя. Таким образом продавец должен детально изучить покупателя и представить себя на его месте, т.е. воспользоваться эмпатией.

Пример 3.6. Генеральный директор – рабочий

В некоторых крупных компаниях генеральный директор (СЕО) на время становится простым рабочим в своей фирме и проводит какое-то время у станка или конвейера, чтобы понять, в каких условиях работают его рабочие.

Пример 3.7. Стив Джобс

Стив Джобс во время одного из его визитов в рамках «управления методом обхода рабочих мест» на производственном предприятии по сборке компьютеров Macintosh зашел на площадку комплектования грузов перед отправкой. Стиву показалось, что изделия недостаточно хорошо и быстро готовятся к отправке.

Он сам начал играть роль продукта, представляя себя на его месте и описывая, что компьютер Mac «чувствует», прибывая в зону комплектования груза. На глазах у сотрудников отдела отгрузки изделий он прошел весь процесс упаковки, размышляя, как сделать это лучше и быстрее.

Большинство присутствующих были потрясены представлением и чувствовали себя неловко. Тем не менее, инсценировка помогла всем найти способы увеличить поток изделий, проходящих зону для комплектования грузов и отправки заказчику. Когда все закончилось, все развеселились и начали аплодировать. Затем заказали пиццу и напитки и все вместе отпраздновали новый, оптимальный метод отгрузки изделий⁴⁶.

Пример 3.8. Procter & Gamble

Procter & Gamble отправляет своих менеджеров какое-то время пожить в обычных семьях среднего достатка, чтобы понять, как те занимаются домашними делами и как это можно улучшить.

Задача 3.2. Выделенная полоса

Как сделать полосу связи постоянно свободной?

Воспользуемся эмпатией.

Когда можно в любое время воспользоваться полосой? Когда она постоянно свободная. Но ее используют и другие. Значит, ее необходимо сделать постоянно занятой для других.

Забивание полосы в соединение «шумом», чтобы держать выделенную полосу постоянно доступной и активной.

Задача 3.3. Мотивация сотрудников

Как сделать, чтобы сотрудники работали хорошо?

Воспользуемся эмпатией.

Джон Дэвисон Рокфеллер, создавая компанию Standard Oil, задумался над вопросом, как сделать работу каждого сотрудника более эффективной. Он представил себя на месте сотрудника и понял, что каждый сотрудник будет работать лучше, если это будет его компания.

Для того чтобы мотивировать сотрудников, Рокфеллер на первых порах решил отказаться от заработной платы, премируя их акциями, он считал, что благодаря этому они будут активнее работать, ведь будут считать себя частью компании, так как их конечный доход будет зависеть от успешности бизнеса.

Вернемся еще раз к понятию *ведущей области техники*, рассмотренному в приеме «аналогия» (см. п. 1.3).

Мы только что применили решение для разных областей промышленности: пищевой, кондитерской, лесной (добыча семян из шишек) и любой технической.

Пример 3.9. Очистка пористого титана

При выпуске пористого титана одна из последних операций – откачка жидкости из пор. Это осуществляют с помощью вакуума. Процесс идет очень медленно вакуум создавать достаточно долго.

Конечно, вы уже догадались, что и здесь решение аналогично рассмотренным ранее. Избыточное давление создается значительно быстрее.

В данном случае для цветной *металлургии* ведущей областью техники оказалась *пищевая*.

Глава 4. Фантазия

Фанта́зия (греч. *φαντασία* – «воображение») – ситуация, представляемая индивидуумом или группой, не соответствующая реальности, но выражающая их желания. Фантазия – это импровизация на свободную тему. Фантазировать, значит воображать, сочинять, представлять⁴⁷.

Прием фантазия связан с желанием получить то, чего желаешь.

Использование фантазии для стимулирования новых идей заключается в размышлении над некоторыми фантастическими решениями, в которых при необходимости используются нереальные вещи или сверхъестественные процессы. Часто бывает полезно рассматривать идеальные решения, даже если это сопряжено с некоторой долей фантазии. Разумеется, есть надежда, что размышления о желательном результате может натолкнуть нас на новую идею или точку зрения, которая, в конечном счете, приведет к новому осуществимому решению.

Пример 4.1. Отходы в космос

Наиболее острой проблемой, связанной с функционированием ядерной энергетики, является накопление высокоактивных радиоактивных отходов (РАО). Переработка и захоронение РАО не обеспечивает полной экологической безопасности Земли: проникновение в биосферу практически неперерабатываемых высокоактивных, долгоживущих (кюрий-96, америций-95) и высокодиффузионных (йод-53, технеций-43, нептуний-95) компонентов РАО может привести к постепенному вырождению всего живого. Прирост особо опасных РАО составляет 25—30 т/год в мире и 2,4—3 т/год в СНГ.

Идея космической изоляции РАО была высказана российским ученым, академиком П. Л. Капицей в 1958 году и затем в 1972 году – американским ученым Д. Шлезинджером.

Возможны следующие варианты изоляции РАО в космосе: 1) на геоцентрической орбите; 2) на орбитах планет Солнечной системы; 3) на гелиоцентрической орбите; 4) прямая транспортировка на Солнце; 5) локализация на Луне, с теми или иными проектами разработки лунных баз; 6) транспортировка на одну из планет Солнечной системы; 7) распыление РАО за пределы Солнечной системы.

Существует мнение, что целесообразно выводить РАО на гелиоцентрическую круговую орбиту (рис. 4.1), а лучше – с отделением возвращаемой капсулы (рис. 4.2).

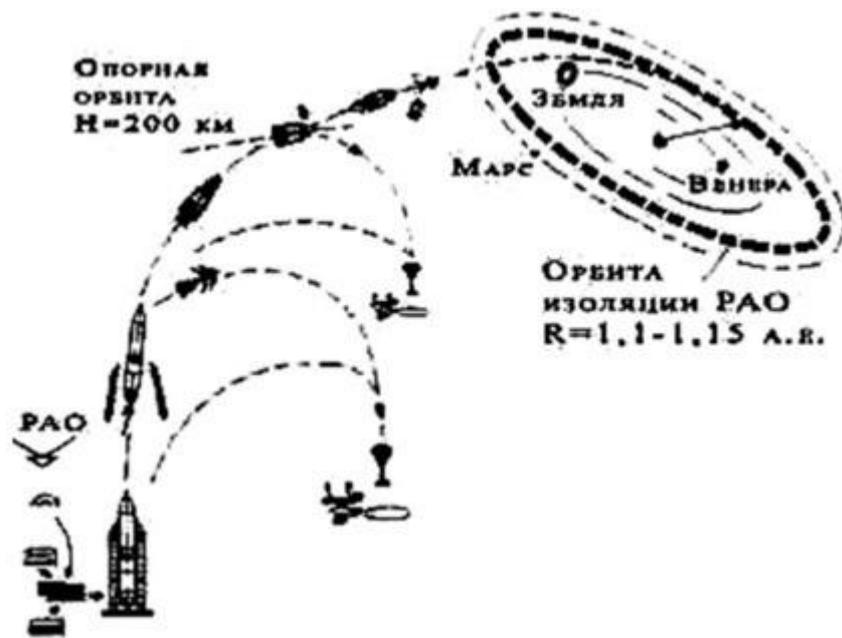


Рис. 4.1. Схема выведения РАО на орбиты изоляции в космосе.

Гелиоцентрические орбиты $R=1,15$ а.е.: стабильное размещение млн лет, на 10—12 млн км от Земли; с возможностью контроля состояния изолированных РАО.



Рис. 4.2. Схема выведения РАО с отделением возвращаемой капсулы

В качестве средства перемещения предлагается перспективный ядерный энергодвигательный блок (ЯЭДБ) мощностью до 150 кВт (рис. 4.3)⁴⁸.

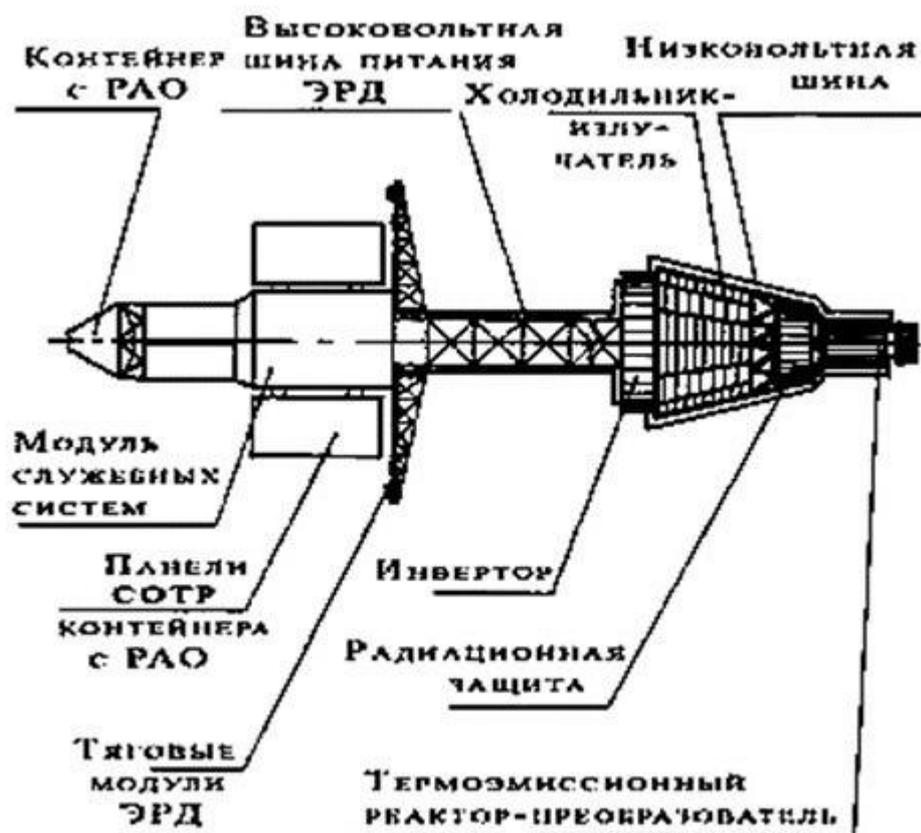


Рис. 4.3. Перспективный ядерный энергодвигательный блок (ЯЭДБ).

В свое время была высказана фантастическая идея забрасывания радиоактивных отходов за пределы Солнечной системы посредством специальной электромагнитной катапульты.

Пример 4.2. Добыча полезных ископаемых в космосе

В США предложена идея добычи полезных ископаемых в космосе, заключающаяся в доставке металлов с астероидов на землю. Для этого надо подыскать астероид массой около 1 млрд тонн и необходимого состава, отбуксировать его на околоземную орбиту, переплавить с помощью солнечной энергии в слитки от 1 до 10 тонн каждый и направить их по баллистической траектории на Землю в специальное место, а дальше – дело уже земной техники.

Пример 4.3. Выключатель – хлопок в ладоши

Человек возвращается домой поздно вечером и в темноте начинает шарить руками по стене в поисках выключателя. В собственной квартире иной раз находишь его не сразу. А в незнакомом месте? Оказывается, проблема решается просто, если воспользоваться новинкой, предложенной швейцарскими инженерами. В темной комнате достаточно хлопнуть два раза в ладоши, чтобы сразу же зажегся свет. Правда, вспыхивает не люстра, а сигнальная лампочка, обозначающая расположение выключателя. Это устройство, питающееся от автономной батарейки с напряжением 1,5 вольта. Хотя оно сегодня получает применение в квартирах, но создано было как аварийное средство – для включения света в операционных, научных лабораториях и цехах при неожиданных повреждениях электрической сети.

Появилось много игрушек, которые начинают действовать от хлопка, например петь и танцевать.

Сегодня включение освещение в офисах осуществляется при появлении в комнате человека.

Пример 4.4. Водопроводный кран включается сам

Конструкторы западногерманской фирмы «Грое», специализирующейся на выпуске бытовой и медицинской сантехники, создали оригинальное устройство, позволяющее пускать воду в ваннах, не прикасаясь к кранам. Собственно, и кранов в привычном представлении здесь нет. Их заменяет ультрафиолетовый датчик. Достаточно поднести ладони к его «глазку», и вода начинает течь (рис. 4.4).

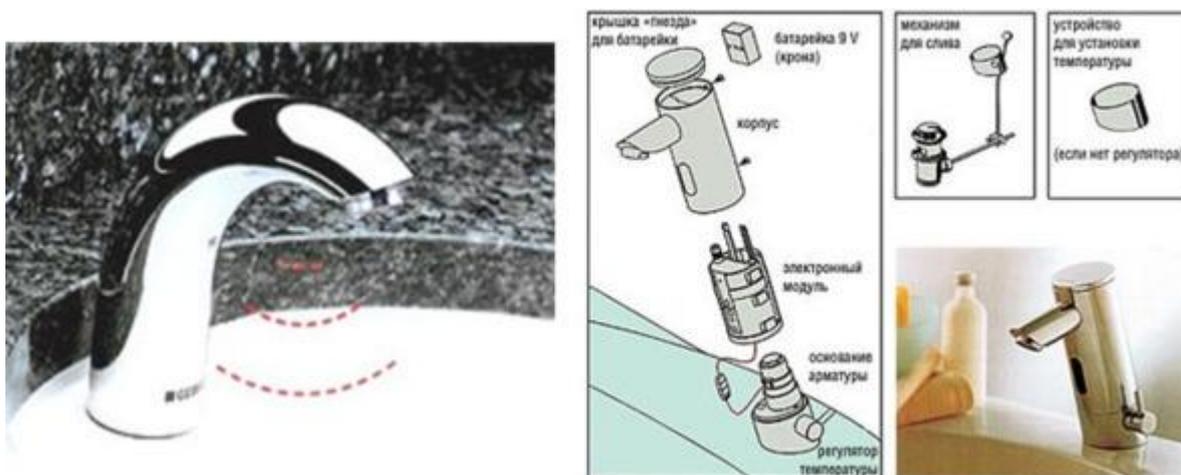


Рис. 4.4. Автоматическое включение водопроводного крана

Подобное устройство нашло широкое применение в быту и в операционных комнатах клиник и больниц, общественных туалетах. Подобные устройства имеются и у писсуаров (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Автоматическое включение писсуара

Пример 4.5. Корабль управляется голосом

В Японии построили корабль, который управляется не руками, а голосом. Бортовой компьютер с блоком акустической автоматики воспринимает целую дюжину команд типа «полный вперед» или «дать реверс». Машина повторяет слова на табло, подтверждая, что приказ понят правильно. В ту же секунду приборам и механизмам дается управляющий сигнал. Так можно сбавить обороты, сделать разворот, включить радарную систему, увеличить вентиляцию помещений. Кроме того, в компьютере есть блок памяти, который разрешает ей «откликаться» только на голос капитана или штурмана.

Пример 4.6. Автомобиль слушает команды

Со времени появления первого автомобиля руль считался необходимой его деталью. А действительно ли он до такой уж степени незаменим? – задумались специалисты французской фирмы «Рено». Задумались и решили заменить его исполнительным механизмом, приводимым в действие устными приказами. Машина повинуетя таким командам, как «запустить двигатель», «задний ход», «левый поворот», «включить стеклоочиститель», «поднять стекло правой дверцы», «включить фары» и т. д. Электронная система выполняет функцию сторожа – она «отзывается» лишь на голос хозяина. Однако это вовсе не исключает коллективного пользования автомобилем, поскольку устройство позволяет запрограммировать команды других людей. Устройство не «откликнется», если хозяин будет пьян.

Существует и автомобиль, которым не нужно управлять. Вам следует только назвать конечный пункт назначения, и машина доставит вас сама. В машине встроены датчики, которые дают информацию о происходящем на дороге и GPS. Машина обладает значительно лучшей «реакцией», чем человек. Поэтому в такой машине езда значительно безопаснее.

Пример 4.7. АТС управляется голосом

Известны и управляемые от голоса, автоматизированные телефонные станции (АТС).

Пример 4.8. Компьютер рисует мультфильмы

Кто из нас не любит мультфильмы? Однако создание их – весьма сложный и трудоемкий процесс, требующий немало месяцев работы квалифицированных художников. Чтобы облегчить их труд, сотрудники Технического института Вены (Австрия) сконструировали компьютер, который «сам» рисует картинки и окрашивает их в различные цвета. И если раньше даже опытному художнику требовался целый день для создания сцены, занимающей на экране совсем немного, то компьютер сделает ее за несколько секунд.

В современной индустрии кино широко используются компьютерные анимации. С помощью их делают сложнейшие трюки без каскадеров. Не нужно строить сложнейшие декорации. Это тоже можно осуществить на компьютере. В знаменитом фильме «Титаник» многие сцены были выполнены с использованием компьютерной технологии.

Пример 4.9. Рукотворное облако

Создавать искусственную облачность над крупными городами предложил Эндрю Детуилер из университета штата Нью-Йорк. В холодное время года, считает он, так можно уменьшить излучение тепла земной поверхностью в космос, а значит, можно сократить расход энергии. Двух небольших реактивных самолетов, распыляющих кристаллы йодистого серебра, вполне достаточно, чтобы создать скопление перистых облаков над несколькими крупными

городами. Образование искусственной облачности над г. Олбани, где живет автор проекта, позволит увеличить температуру воздуха на пять градусов.

Пример 4.10. Индивидуальные стельки

Изготовление индивидуальных стелек – длительный и сложный процесс. Сначала делают гипсовый слепок с каждой стопы, а по нему делают стельки. Далее стельку нужно поместить в обувь и еще раз подогнать под ногу пациента.

Разработали стельки, которые формируются стопой в процессе ходьбы.

Пример 4.11. Умные кроссовки

Компания Adidas создала «умные» кроссовки, которые сами приспосабливаются к габаритам бегуна и длине его шага, выбирают оптимальную упругость для любого покрытия – от твердого до пересеченной местности и от сухих улиц до влажного океанского берега.

Кроме того, кроссовки способны анализировать действия футболиста на поле благодаря встроенному чипу, информацию с которого можно загрузить на телефон или компьютер.

Устройство поможет футболисту сравнить свои движения, передачи и удары с показателями игроков мирового класса, в частности – Лионеля Месси, нападающего «Барселоны».

Компанией Google на конференции SXSW были представлен прототип умной говорящей обуви, которая должна мотивировать пользователя на занятие спортом. В кроссовки Adidas был встроен микропроцессор, шагомер, гироскоп, акселерометр и динамик, что позволяет следить за активностью и давать тренерские советы, хвалить за успехи и ругать за лень. Кроссовки можно синхронизировать со смартфоном или очками дополненной реальности Google Glass, с помощью Bluetooth.

Исследователи из Фраунгоферского института фотонных микросистем (Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems) в Германии разработали умные кроссовки, которые в режиме реального времени способны оценивать технику, используемую бегуном.

Необычная обувь разработана в рамках инициативы EU Project RUNSAFER. В кроссовки интегрированы специализированный микроконтроллер, радиочастотный модуль, ресивер навигационной системы GPS и несколько акселерометров. Питание обеспечивает аккумуляторная батарея. Система регистрирует биомеханические параметры и при помощи беспроводной связи Bluetooth передает их на смартфон.

Полученная информация анализируется в сопутствующем приложении, после чего бегуну выдаются рекомендации по улучшению техники движений. Данные также могут быть загружены в Интернет для сравнения с показателями других спортсменов и оптимизации программы тренировок.

Разработчики говорят, что традиционные фитнес-трекеры позволяют собирать только базовую информацию о жизнедеятельности организма вроде частоты сердечных сокращений, дыхательном ритме и температуре тела. Умные же кроссовки предупредят о неправильном положении стоп, асимметричной нагрузке, изнеможении и чрезмерной усталости.

Пример 4.12. Самошнурующиеся кроссовки

Стартап Powerlace разработала продукт под названием P-One. Главным отличием стильных кроссовок является уникальная неэлектрическая система шнурования, которая больше не требует от владельца обуви каждый раз наклоняться, чтобы завязать или развязать шнурки.

Пример 4.13. Компьютер

С появлением современных компьютеров и сети интернет многие фантастические идеи превратилась в реальность.

Теперь не только можно моментально связаться с любой точкой мира, найти нужную информацию, но и осуществлять многие виды работ и учебу виртуально, осуществить любые покупки, деловые контакты, проводить биржевые и другие деловые операции, проводить аукционы и т. д.

Эти возможности с каждым днем расширяются.

Компьютеру можно задавать вопросы и распоряжения голосом. Голографические объемные изображения помогают учиться, выполнять проекты, делать ремонтные работы и т. д.

Еще недавно все это было фантазией.

Пример 4.14. Легкие и прочные материалы

Мечта любого конструктора – иметь легкие и прочные материалы. Для осуществления этой мечты необходимо материалы собирать из атомов. Используя нанотехнологии, это стало возможным.

Пример 4.15. Плащ-невидимка

В Японии группа ученых разработала устройство, позволяющее сделать любой предмет невидимым. Сквозь изобретенный ими «плащ-невидимку» хорошо видны предметы, находящиеся сзади, а внутри как будто никого нет (рис. 4.6). Принцип действия устройства аналогичен принципам маскировки хамелеона: он подстраивается под цвет окружающих объектов. Поверхность покрывала состоит из множества специальных датчиков, которые испускают точно такие же лучи, какие падают на объект.

Разработчики считают, что у изобретения большое будущее. По их мнению, эта технология прежде всего будет полезна для производства хирургических перчаток, которые сделают руки врачей «прозрачными», а также при постройке самолетов с прозрачными кабинами, чтобы не приходилось совершать приземления «вслепую».



Рис. 4.6. Плащ-невидимка

Пример 4.16. Апробация идеи

На стадии апробации идеи замена описания и выявления функционала – выявлением и описанием потребностей. То есть мы даже не строим прототип программы-блокнота, к примеру, а спрашиваем: «хотели бы вы, чтобы у вас была удобная вещь для ведения заметок, которые никогда не потеряются?»

Заключение

Вы ознакомились с наиболее общими и простейшими приемами получения новых идей.

Теперь вам нужно практиковаться в их использовании.

- Каждый день, каждый час вы сталкиваетесь с какими-то явлениями, предметами, событиями и так далее.
- Постарайтесь подумать, как по аналогии можно это использовать для решения ваших задач.
- Как использовать инверсию этих явлений и предметов?
- Как, по вашему мнению, выглядит фантастический объект или процесс?

– Попробуйте «вжиться» в этот объект или процесс, посмотреть его глазами на эту ситуацию.

На следующем этапе постарайтесь использовать последовательно или одновременно два, затем три и, наконец, все четыре приема вместе. Вы увидите, что в комплексе приемы работают намного сильнее.

Постоянные тренировки помогут вам автоматически использовать эти приемы.

Что дальше?

Дорогой читатель!

Вы ознакомились с простейшими приемами изобретательства. Это были знания, о том, как как получать новые решения, как решать сложные изобретательские задачи. Если вы хотите углубить свои знания в этой области, то мы советуем вам следующее.

1. Можно ознакомиться с методами активизации творческого процесса⁴⁹. Вы сможете познакомиться с наиболее популярными из этих методов, такими как: мозговой штурм, морфологический анализ, метод фокальных объектов, метод контрольных вопросов и синектика.

2. На следующем этапе вы сможете приступить к изучению теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Возможны несколько подходов к изучению ТРИЗ.

2.1. Если вы хотите сразу приступить к серьезному изучению ТРИЗ, то советуем обратиться к книгам⁵⁰, в которых изложены все основные составляющие ТРИЗ в достаточном объеме для решения сложных задач.

2.1.1. Дальнейшее углубление знаний можно осуществить, изучая учебники по отдельным составляющим ТРИЗ.

– Приемы разрешения противоречий⁵¹;

– Эффекты (физические, химические, биологические, математические, в частности геометрические)⁵²;

– Вепольный анализ⁵³;

– Стандарты на решение изобретательских задач⁵⁴;

– АРИЗ-85-В⁵⁵;

– Законы развития систем⁵⁶.

2.2. ТРИЗ можно изучать послойно, т. е. сначала изучается первый (самый поверхностный) слой знаний по каждой из частей ТРИЗ. Затем уже изложенные знания углубляются и добавляются новые части. Так, постепенно, слой за слоем изучается весь ТРИЗ.

2.2.1. Первый слой или первый уровень можно изучать по учебникам⁵⁷.

2.2.2. Второй слой (уровень) изложен в учебниках⁵⁸.

2.2.3. Дальнейшее углубление зависит от желания читателя.

– Например, в учебнике третьего уровня⁵⁹ изложены знания об эффектах (физических, химических, биологических, математических, в частности о геометрических), в полном анализе и практическом АРИЗ.

– Можно приступить к углубленному изучению отдельных разделов ТРИЗ (см. п. 2.1.1).

2.3. При желании развивать изобретательское, творческое, сильное, талантливое, ТРИЗное мышление советуем обратиться к учебникам⁶⁰.

2.3.1. Одно из качеств изобретательского мышления – развитие творческого воображения – изложено в учебнике⁶¹.

2.4. Желающим ознакомиться с историей развития ТРИЗ советуем почитать книги⁶².

2.4.1. История развития инструментов ТРИЗ изложена по каждому отдельному инструменту:

– История развития законов⁶³;

– История развития АРИЗ⁶⁴;

– История развития приемов⁶⁵;

– История развития стандартов⁶⁶.

Успехов вам!

Вопросы, замечания и предложения можно посылать по адресу:

Vladimir Petrov E-mail: vladpetr@013net.net.

Литература

1. Альтшуллер Г. С., Шапиро Р. Б. Психология изобретательского творчества. – Вопросы психологии, 1956, №6, С. 37—49.

2. Альтшуллер Г. С. Как научиться изобретать. – Тамбов: Кн. изд. 1961. – 128 с.

3. Альтшуллер Г. С. Основы изобретательства. – Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд., 1964. – 240 с.

4. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М: Московский рабочий, 1969. – 272 с.

5. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. 2-е изд. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.

6. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с. – Кибернетика.

7. Альтшуллер Г. С., Селюцкий А. Б. Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи. – Петрозаводск: Карелия, 1980. – 224 с.

8. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Филатов В. И. Профессия – поиск нового (Функционально-стоимостный анализ и теория решения изобретательских задач как система выявления резервов экономики). – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985. – 196 с.

9. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.

10. Жуков Р. Ф., Петров В. М. Современные методы научно-технического творчества. – Л: ИПК СП, 1980. – 88 с.

11. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 440 с.

John R. Dixon. Design Engineering: Inventiveness, Analysis and Decision Making. McGraw-Hill Book Company. New York. St. Louis. San Francisco. Toronto. London. Sydney. 1966.

Злотина Э., Петров В. Простейшие приемы изобретательства.

URL: <http://www.trizminsk.org/e/247009.htm>

12. Петров В. Простейшие приемы изобретательства. Учебник ТРИЗ. Викаучебник. URL:

https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%A2%D0%A0%D0%98%D0%97/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9%D1%88%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0

13. Петров Владимир. Развитие творческого воображения: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 104 с. – ISBN 978-5-4490-8547-4

14. Петров Владимир. Талантливое мышление: ТРИЗ/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 280 с. – ISBN 978-5-4493-5785-4

15. Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

16. Петров Владимир. Поиск идеи – это просто: ТРИЗ для всех/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 176 с. – ISBN 978-5-4493-5127-2

17. Петров Владимир. Решение нестандартных задач: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 218 с. – ISBN 978-5-4493-6332-9

18. Петров Владимир. Универсальные приемы разрешения противоречий: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 282 с. – ISBN 978-5-4493-1445-1

Самостоятельная работа Контрольные вопросы

1. Назовите простейшие приемы изобретательства.
2. Что такое аналогия? Какие виды аналогии вы знаете?
3. Что такое перенос технологий? Как он осуществляется?
4. Что такое ведущая область техники? Опишите критерии выбора ведущей области техники.
5. Что такое инверсия? Какие виды инверсии вы знаете?
6. Что такое эмпатия?
7. Что такое фантазия?

Темы докладов и рефератов

1. Аналогия в природе.
2. Аналогия в науке и технике.
3. Аналогия в искусстве.
4. Аналогия в литературе. Использование метафор.
5. Инверсия в науке и технике.
6. Инверсия в искусстве.
7. Инверсия в литературе.
8. Эмпатия в литературе и искусстве.
9. Фантазия и научно-фантастическая литература.

Выполните задания

1. Приведите примеры на прием аналогия. Используйте прием аналогия для выдвижения новых идей.
2. Приведите примеры на прием инверсия. Используйте прием инверсия для выдвижения новых идей.
3. Приведите примеры на прием эмпатия. Используйте прием эмпатия для выдвижения новых идей.
4. Приведите примеры на прием фантазия. Используйте прием фантазия для выдвижения новых идей.
5. Решите задачу, используя рассмотренные приемы.

Задача. Кабаны

В некоторых районах появились кабаны. Жители стали жаловаться в муниципалитет, что звери подходят к двери их домов. Животные крупные и, как правило, ходят стаями. Дети и взрослые боятся их, особенно в ночное время.

Муниципалитет не имеет средств, чтобы поймать животных.

Запрещено убивать кабанов или причинить им вред в любом случае.

С другой стороны, такая ситуация является неприемлемой.

Решите эту проблему?



Кабан

Решение задачи о кабане

1. Сначала воспользуемся приемом *инверсия*.

Не люди должны бояться кабанов, а кабанов людей. Кабаны не должны приближаться к данному району, а убегать оттуда.

2. Воспользуемся приемом *аналогия*.

Вспомним аналогичные случаи, когда животное убегает. Когда животное боится чего-нибудь или кого-нибудь.

3. Применим прием *эмпатия*.

Посмотрим глазами кабана. Я (кабан) достаточно крупное животное с большими клыками. Кого мне бояться? А, да, есть хищники покрупнее меня, например тигр.

4. Рассмотрим прием *фантазия*.

В данном районе нет тигров, да и если бы они были, это было бы еще хуже. Значит, тигра быть не должно, а образ присутствия тигра должен создаваться у кабана.

Давайте снова воспользуемся эмпатией. Когда у меня (кабана) создается в голове образ тигра? Ну, прежде всего, когда я его вижу. Но это может быть уже поздно. Тигр бежит быстрее меня. Как заранее я могу узнать, что здесь водится тигр? Да! Безусловно, по запаху.

Значит, тигра быть не должно, а его запах около домов должен быть.

Давайте опять воспользуемся приемом аналогия.

Как животные создают эффект присутствия в данном районе. Конечно! Они метят данный район.

Давайте и мы «пометим» запахом тигра весь район по периметру.

Решение.

В зоопарке взяли экскременты тигра и развели их водой, сделав слабый раствор. Человек не чувствует этого запаха.

Этим раствором опрыскали район по периметру.

В этом разборе показали, как можно использовать приемы комплексно.

Вопросы, замечания и предложения можно посылать по адресу:

Vladimir Petrov e-mail: vladpetr@013net.net.

Примечания

1

Аналогия – материал из Википедии.

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 r. «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.

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

8

Manuscript B. 83 v. Leonardo da Vinci

9

V.U. 8 r. Leonardo da Vinci

10

V.U. 16 r. Leonardo da Vinci

11

V.U. 6 r. Leonardo da Vinci

12

Codex Atlanticus, folio 1058. Leonardo da Vinci

13

Codex Atlanticus 381 v. a. Leonardo da Vinci

14

Омматидий (от греч. *ōmma*, род. падеж *ōmmatos* – 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 зрения в 20°). Таким образом, любое движение врага или добычи мгновенно улавливается хотя бы одним из омматидий.

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>

17

Шпаковский В. О. Катамараны с воздушным винтом и паропульсиром.

URL: <http://hobby-live.ru/Content/models/ship/katamaran.html>

18

Реактивный двигатель из куриного яйца.

URL: <http://www.hep.by/2012/06/06/reaktivnyj-dvigatel-iz-kurinogo-yajca>

19

Лебедев Ю. С. Архитектура и бионика. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – С. 164—169.

20

Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – С. 212.

21

Авторское свидетельство (А. с.) 187 658.

22

<https://lifehacker.ru/analogiya-i-biznes/>

23

Горицкий В. «Либерти»: долгая жизнь судов. // Порты Украины, №4, 2000. URL: <http://sea.infoflot.ru/ru/articles/?id=26>

Повернись к торпедам грудью, Либерти! URL: <http://mikle1.livejournal.com/1921423.html>

Транспорты типа «Либерти». Материал из Википедии

24

Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – С. 79.

25

Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – С. 272—273.

26

Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – С. 272.

27

12 – 13 октября 1964 года совершил полет в космос на космическом корабле Восход-1 в качестве научного сотрудника.

28

Хозиков В. Ракетные боги Кремля. Догнать и перегнать Америку. – М.: Яуза, «Эксмо», 2004. – С. 151.

29

Третьяков В. Т. Как стать знаменитым журналистом: Курс лекций по теории и практике современной русской журналистики. – М.: Ладомир, 2004. – С. 290.

30

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132).

31

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132). – С. 425.

32

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132). – С. 425.

33

История спасательной шлюпки. URL: <http://evolutsia.com/content/view/1999/22/>

34

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132). – С. 425.

35

Journal of the Franklin Institute – Volume 9 – Page 339.

36

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132). – С. 426.

37

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132). – С. 426.

38

Чертанов М. Конан Дойл. – М.: Молодая гвардия, 2008. – 558 [2] с: ил. – (Жизнь замечательных людей: сер. биогр; вып. 1132). – С. 426—427.

39

Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979. – С. 95—96.

40

А. с. 187 577.

41

Нарусбаев А. А. Судостроение – XXI век. – Л.: Судостроение, 1988. – С. 70—74.

42

Тер-Ионесянц Д. В. Техника прелюдирования в классе фортепиано (на примерах клавирных сочинений И.-С. Баха). Прием инверсии. Уфимская государственная академия искусств им. Загара Исмагилова. Лаборатория музыкальной семантики. – С. 31.

43

44

Эмпатия – материал из Википедии.

45

Бек А. Жизнь Бережкова. – М.: Сов. Писатель, 1958. – С. 204.

46

Джей Эллиот, Ульям Саймон. Стив Джобс. Уроки лидерства. М.: Манн, Иванов и Фербер. Эксмо. 2013. С. 80—81.

Jay Elliot, William Simon The Steve Jobs Way: iLeadership for a New Generation. Vanguard Press, 2011. ISBN: 9781593156398

47

Фантазия – материал из Википедии.

48

Миненко В. Е., Колосков В. Ю. Исследование принципов и экологических аспектов создания системы удаления радиоактивных отходов в Космос. – Космос, время, энергия. Сборник статей, посвященных 100-летию Д. Д. Иваненко. – М.: Белка, 2004. – 415 с. <http://www.h-cosmos.ru/iv12-3.htm>

49

Петров Владимир. Методы активизации творческого процесса: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 114 с. – ISBN 978-5-4493-2772-7

Петров В. М. 5 методов активизации творчества. Учебное пособие / В. М. Петров. – М.: СОЛОН-Пресс, 2016. – 96 с.: ил. (Серия «Библиотека создания инноваций». ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-199-9

Петров В. М. Методы активизации творческого процесса. М.: Trizbook, 2014

50

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9
Петров В. М. Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ: учебник по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач». – М.: Солон-Пресс, 2017. – 500 с.: ил. ISBN: 978-5-91359-207-1

51

Петров Владимир. Универсальные приемы разрешения противоречий: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 282 с. – ISBN 978-5-4493-1445

Самые общие приемы изложены в Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 2. – М: Солон-Пресс, 2017. – 224 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-246-0

Все виды приемов изложены в Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 3. – М: Солон-Пресс, 2017. – 220 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-268-2

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. —720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

52

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 3. – М: Солон-Пресс, 2017. – 220 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-268-2. Глава 1.

53

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

Более подробно в

Петров Владимир. Структурный анализ систем: Вепольный анализ. ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 212 с. – ISBN 978-5-4493-9970-0.

54

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

Детально изложены в

Петров Владимир. Стандарты изобретательства: Учебник. ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 338 с. – ISBN 978-5-4493-0037-0.

55

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

Детально изложен в

Петров Владимир. Учебник по АРИЗ-85-В: Алгоритм решения изобретательских задач / Владимир Петров, Олег Абрамов. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 266 с. – ISBN 978-5-4496-00191-9.

Петров Владимир. Задачник п АРИЗ-85-В: Алгоритм решения изобретательских задач / Владимир Петров, Олег Абрамов. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 258 с. – ISBN 978-5-4496-00190-2.

56

Петров Владимир. Основы ТРИЗ: Теория решения изобретательских задач/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 720 с. – ISBN 978-5-4493-3726-9

Детальн изложен в монографии

Петров Владимир. Законы развития систем: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 894 с. – ISBN 978-5-4490-9985-3

57

Петров Владимир. Поиск идеи – это просто: ТРИЗ для всех/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 176 с. – ISBN 978-5-4493-5127-2

Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 1. – М: Солон-Пресс, 2017. – 252 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-239-2

58

Петров Владимир. Решение нестандартных задач: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 218 с. – ISBN 978-5-4493-6332-9

Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 2. – М: Солон-Пресс, 2017. – 224 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-246-0

59

Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 3. – М: Солон-Пресс, 2017. – 220 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-268-2

60

Петров Владимир. Талантливое мышление: ТРИЗ/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 280 с. – ISBN 978-5-4493-5785-4

Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 4. М: Солон-Пресс, 2017. – 272 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-284-2

61

Петров Владимир. Развитие творческого воображения: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 104 с. – ISBN 978-5-4490-8547-4

Петров В. М. ТРИЗ. Теория решения изобретательских задач. Уровень 4. М: Солон-Пресс, 2017. – 272 с.: ил. (ТРИЗ от А до Я). ISBN 978-5-91359-284-2.

62

Петров Владимир. История ТРИЗ/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 294 с. – ISBN 978-5-4493-5372-6

Петров Владимир. Фотоальбом ТРИЗ: Часть 1. 1926—1998/ Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 802 с. – ISBN 978-5-4493-5369-6 (т.1), ISBN 978-5-4493-5370-2

63

Петров Владимир. История развития законов: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 90 с. – ISBN 978-5-4493-6079-3

64

Петров Владимир. История развития АРИЗ: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 144 с. – ISBN 978-5-4493-0036-2

65

Петров Владимир. История развития приемов: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 144 с. – ISBN 978-5-4493-0036-2

66

Петров Владимир. История развития стандартов: ТРИЗ / Владимир Петров. [б. м.]: Издательские решения, 2018. – 208 с. – ISBN 978-5-4493-0863-4