

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города
Москвы «Школа № 962»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ

БИОНИКА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Автор:

Ученик 8 «М» класса

ДМИТРИЙ НИКИФОРОВ

Руководитель проекта:

Зеленкина Татьяна Анатольевна

Учитель математики

Москва, 2024 г.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Бионика. Биотехнология	4
1.1. Зарождение бионики. Основные принципы прикладной науки.	4
1.2. Природные прототипы технических изобретений	5
Глава 2. Бионика и ее использование в жизни человека.	8
2.1. Бионика и медицина.....	8
2.2. Бионика и военное дело	10
2.3. Бионика в архитектуре	14
Глава 3. Здание сиднейской оперы как пример архитектурной бионики.	17
3.1. История возникновения.....	17
3.2. Бионическая модель здания Сиднейской оперы.....	18
Заключение	19
Использованная литература	20
Приложение	22

Введение

В современном мире развитие науки и техники, жизнь человечества неразрывно связаны с эволюцией достижений, преумножением знаний, накопленных человечеством на протяжении всей истории его существования. Научные направления тесно связаны друг с другом, охватывают межнаучные области знаний. В тоже время существование человека на Земле охватывает незначительную часть существования самой планеты, эволюции растительного и животного мира.

Сама природа на протяжении тысячелетий создавала и оттачивала те формы существования, тот опыт, который человек может и должен использовать в современном мире.

Актуальность темы обусловлена развитием использования бионических форм в предметной среде, окружающей человека. Биологические формы оказывают влияние на всё, что создаётся человеком от бытовой техники и медицинского оборудования до целых городов.

Моя исследовательская работа способствует повышению интереса к изучению межпредметных дисциплин и их взаимодействию. Я считаю, что она будет интересна учащимся.

Объект исследования: бионика и её применение в жизни деятельности человека.

Предмет исследования: бионические конструкции в различных областях деятельности человека (медицина, военное дело, архитектура), отдельно рассматривается модель сиднейского театра оперы.

Цель исследовательской работы:

- рассмотреть способы реализации знаний о живой природе в разных сферах жизнедеятельности человека;

Задачи исследовательской работы:

- исследовать историю появления бионики, определить место и роль в современном мире;

- найти примеры использования знаний о природе в медицине, архитектуре, судостроении и кораблестроении;

- научиться находить взаимосвязи между живой природой и деятельностью человека;

- создать бионический прототип современного архитектурного объекта.

Методы исследования: теоретический: изучение и обобщение научной литературы; анализ и обобщение полученных знаний. Практический: построение макета из природных материалов.

Теоретическая значимость моей исследовательской работы заключается в привлечении интереса школьников к современной науке.

Практическая значимость исследования состоит в том, что оно может быть использовано школьниками для повышения образовательного уровня, учителем при проведении уроков биологии, естественных предметов.

Глава 1. Бионика. Биотехнология.

1.1. Зарождение бионики. Основные принципы прикладной науки.

Био́ника (от др.-греч. βίον элемент жизни, ячейка жизни, буквально «живущий»)¹ — прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формам живого в природе и их промышленных аналогах.

Прикладная бионика - наука, которая сочетает в себе биологию и технику.

Различают:

- *биологическую* бионику, исследующую природу такой, какая она есть, без попытки вмешательства; изучающую процессы, происходящие в биологических системах;
- *теоретическую* бионику, которая занимается изучением тех принципов, которые были замечены в природе и на их основе строит математические модели этих процессов;
- *техническую* бионику, применяющую модели теоретической бионики для решения инженерных задач. Так сказать, практическое внедрение природы в технический мир.

Бионика тесно связана с биологией, физикой, химией, кибернетикой и инженерными науками: электроникой, навигацией, связью, протезированием (конечностей и органов человека и др. живых существ), морским делом и другими.

Бионика помогает человеку создавать оригинальные технические системы и технологические процессы на основе идей, найденных и заимствованных у природы.

Лозунг бионики: «Природа знает лучше». Что же это за наука такая? Уже само название и такой девиз дают нам понять, что бионика связана с природой. Многие из нас ежедневно сталкиваются с элементами и результатами деятельности науки бионики, даже не подозревая об этом.

С давних времен изобретатели обращали внимание на различные явления природы и использовали эти наблюдения для решения технических задач. Очень часто самые сложные задачи природа решает наиболее простыми способами. Это объясняется тем, что в процессе длительного естественного отбора живая природа тысячелетиями совершенствовалась и оттачивала свои системы. В жестокой борьбе за существование выживали и давали потомство только самые совершенные формы организмов.

Появление кибернетики, рассматривающей общие принципы управления и связи в живых организмах и машинах, стало стимулом для более широкого изучения строения и функций живых систем с целью выяснения их общности с техническими системами, а также использования полученных сведений о живых организмах для создания новых приборов, механизмов, материалов и т. п.

Основные направления работ по бионике охватывают следующие проблемы:

- изучение нервной системы человека и животных и моделирование нервных клеток (нейронов) и нервных сетей для дальнейшего

¹ <https://ru.wikipedia.org>

совершенствования вычислительной техники и разработки новых элементов и устройств автоматики и телемеханики (нейробионика);

- исследование органов чувств и других воспринимающих систем живых организмов с целью разработки новых датчиков и систем обнаружения;
- изучение принципов ориентации, локации и навигации у различных животных для использования этих принципов в технике;
- исследование морфологических, физиологических, биохимических особенностей живых организмов для выдвижения новых технических и научных идей.

Создание модели в бионике — это половина дела. Для решения конкретной практической задачи необходима не только проверка наличия интересующих практику свойств модели, но и разработка методов расчёта заранее заданных технических характеристик устройства, разработка методов синтеза, обеспечивающих достижение требуемых в задаче показателей.

И поэтому многие бионические модели, до того, как получают техническое воплощение, начинают свою жизнь на компьютере. Строится математическое описание модели. По ней составляется компьютерная программа — бионическая модель. На такой компьютерной модели можно за короткое время обработать различные параметры и устранить конструктивные недостатки.

Именно так, на основе программного моделирования, как правило, проводят анализ динамики функционирования модели; что же касается специального технического построения модели, то такие работы являются, несомненно, важными, но их целевая нагрузка другая. Главное в них — изыскание лучшей экспериментальной технологической основы, на которой эффективнее и точнее всего можно воссоздать необходимые свойства модели. Накопленный в бионике практический опыт неформализованного «размытого» моделирования чрезвычайно сложных систем имеет общенаучное значение. Огромное число её эвристических методов, совершенно необходимых в работах такого рода, уже сейчас получило широкое распространение для решения важных задач оптимального управления, экспериментальной и технической физики, экономических задач, задач конструирования многоступенчатых разветвлённых систем связи и т. п.

Эмблемой бионики являются скальпель и паяльник (Приложение, рис. 1), соединённые знаком интеграла. Скальпель — символ биологии, паяльник — техники, а интеграл объединяет обе отрасли науки.

Таким образом, достижения бионики очень важны для человека, направления ее исследований постоянно расширяются и имеют огромные перспективы.

1.2. Природные прототипы технических изобретений

Бионика - это наука, которая помогает человеку заимствовать у природы технические решения для своих изобретений. Можно найти множество таких примеров.

Самым простым примером проявления науки бионики является изобретение шарниров. Всем знакомое крепление, основанное на принципе вращения одной части конструкции вокруг другой. Такой принцип используют морские ракушки, для того чтобы управлять двумя своими створками и по надобности открывать их или закрывать. Тихоокеанские сердцевидки-великаны достигают размеров 15-20 см. Шарнирный принцип в соединении их ракушек хорошо просматривается

невооружённым взглядом. Мелкие представители этого вида применяют такой же способ фиксации створок.

В быту мы часто используем разнообразные пинцеты. Природным аналогом такого прибора становится острый и клещеобразный клюв веретенника (Приложение, рис.2). Эти птицы применяют тонкий клюв, втыкая его в мягкую почву и доставая оттуда мелких жуков, червяков и прочее.

Многие современные приборы и приспособления оснащены присосками. Например, их используют для усовершенствования конструкций ножек различных кухонных приспособлений, чтобы избежать их скольжения во время работы. Также присосками оснащают специальную обувь мойщиков окон высотных зданий для обеспечения их безопасной фиксации. Это нехитрое приспособление тоже позаимствовано у природы. Квакша, имея на ногах присоски, необычайно ловко держится на гладких и скользких листьях растений, а осьминогу они необходимы для тесного контакта со своими жертвами (Приложение, рис. 3).

Человек научился у природы многому. Очень давно – сотни лет назад – строение глазного хрусталика натолкнуло учёных на мысль об использовании линз, изготовленных из хрустала или стекла, для увеличения изображения. Изучение электричества было начато с исследования так называемого «животного электричества». Опыты с лапкой лягушки привели к созданию гальванических элементов – химических источников электрической энергии. Исследование тока крови в капиллярных сосудах привело к открытию закона течения жидкости в тонких трубах.

Бионика подтверждает, что многие человеческие изобретения имеют аналоги в живой природе, например, застёжки «молния» и «липучки» были сделаны на основе строения пера птицы. Бородки пера различных порядков, оснащенные крючками, обеспечивают надежное сцепление. Одним из удачных примеров биомиметики является широко распространенная текстильная застёжка, прототипом которой стали плоды растения репейник, цеплявшиеся за шерсть собаки швейцарского инженера Жоржа де Местрала².

Идея применения знаний о живой природе для решения инженерных задач принадлежит Леонардо да Винчи, который пытался построить летательный аппарат с машущими крыльями, как у птиц: орнитоптер (Приложение, рис.4). В своё время такие идеи были слишком дерзкими, чтобы стать востребованными. Они заставили обратить на себя внимание значительно позже. Строение крыла птиц теперь используется в самолётостроении. Исследования аэродинамических свойств птиц и насекомых, гидродинамических характеристик головоногих моллюсков, рыб, китообразных используется в авиа- и судостроении. Реактивное движение, свойственное головоногим моллюскам, применяется в реактивных самолётах и космических ракетах.

С развитием авиации совершенствовались и летательные аппараты. Однако, длительное время страшным бичом скоростной авиации был флаттер – внезапно возникающие на определённой скорости вибрации крыльев, которые приводили к тому, что самолёты самых прочных конструкций разваливались в воздухе за несколько секунд. После многочисленных аварий конструкторы научились бороться с этим бедствием: крылья стали делать с утолщением на

² https://psiheya-market.ru/stati/nauka-2/bionika_i_ee_ispolzovanie_v_zhizni_cheloveka_primera_dostizheniy_bioniki

конце. И уже потом нашли точно такие же утолщения – птеростигмы – на концах крыльев стрекозы.

Таким образом, авиация начинала с копирования внешних свойств животного мира и в своем развитии неоднократно возвращалась к ним. Строение и функция движущейся части экскаватора с ковшом, напоминает нам сегодня форму передних лапок жуков и принцип их действия.

Наблюдая за ракообразными и за тем, как они хватают клешнями, учёные придумали удобные медицинские зажимы, которыми пользуются и сейчас.

Моделирование органа медузы, улавливающего инфразвуки, позволило создать техническое устройство, предупреждающее за много часов о наступлении шторма и указывающее направление, откуда он придёт.

Наблюдая, как заяц передвигается по снегу и не проваливается, человек изобрёл лыжи. Передние лапы зайца – это палки, а задние – это лыжи.

В октябре 2003 года в исследовательском центре Xerox в Паль Альто разработали новую технологию подающего механизма для копиров и принтеров. В новой печатной схеме отсутствуют подвижные части. В устройстве AirJet разработчики скопировали поведение стаи термитов, где каждый термит принимает независимые решения, но при этом стая движется к общей цели, например, построению гнезда. Печатная схема оснащена множеством воздушных сопел, каждое из которых действует независимо, без команд центрального процессора, однако в то же время они способствуют выполнению общей задачи – продвижению бумаги.

Глаз лягушки отсеивает информацию о неподвижных предметах и настраивается на движущиеся. Таким образом, лягушка концентрирует своё внимание на добыче. Изучение этих особенностей глаза лягушки позволило создать прибор ретинатрон. Ретинатрон не реагирует на неподвижные предметы, находящиеся в поле зрения, и обеспечивает наблюдение за движущимися.

Иногда случается, что то или иное изобретение человечества уже давно «запатентовано» природой. То есть изобретатели, создавая нечто, не копируют, а придумывают сами технологию или принцип работы, а позже оказывается, что в естественной природе это уже давно существует, и можно было просто подсмотреть и перенять.

Так произошло с обычной липучей застёжкой, которая используется человеком для застегивания одежды. Было доказано, что в для сцепления тонких бородачек между собой тоже применяются крючочки, подобно тем, которые есть на застёжке-липучке.

Изучение устройства листьев, имеющих ребристую структуру, подсказало архитекторам так называемые «складчатые конструкции», имеющие во много раз большую прочность, чем гладкие. В строении фабричных труб наблюдается аналогия с полыми стеблями злаков. Продольная арматура, используемая в трубах, сходна со склеренхимными тяжами в стебле. Стальные кольца жёсткости - междуузлия. Тонкая кожица с внешней стороны стебля - это аналог спиральной арматуры в строении труб. Несмотря на колоссальное сходство структуры, учёные самостоятельно изобрели именно такой метод постройки фабричных труб, а уже позже увидели тождество такого строения с природными элементами.

Глава 2. Бионика и ее использование в жизни человека.

2.1. Бионика и медицина

Примером современной бионики в медицине служит технология реконструкции и наращивание зубной эмали, наращивание ногтей и волос. Основой для этой технологии является принцип построения морских губок, а также техника строения гнезд стрижей-саланганов. Оба этих принципа основаны на химиоотвердевающей и светоотвердевающей методиках.

Применение бионики в медицине даёт возможность спасти жизнь многим пациентам. Не прекращаясь, ведутся работы по созданию искусственных органов, способных функционировать в симбиозе с организмом человека.

Люди, интересующиеся темой медицинских технологий будущего, наверняка слышали про бионический глаз Argus II. Разработанный американской компанией Second Sight, он предназначен для улучшения зрения людей с тяжелой формой пигментного ретинита. Это редкое наследственное заболевание, при котором светочувствительная сетчатка глаза постепенно деградирует.

Argus II состоит из двух элементов: имплантата сетчатки и внешней системы, состоящей из вмонтированной в очки камеры с небольшим процессором. Камера записывает изображение в реальном времени, которое обрабатывается и отправляется по беспроводной сети к импланту. Argus II использует 60 электродов, чтобы стимулировать оставшиеся здоровые клетки сетчатки глаза пациента и отправить визуальную информацию в зрительный нерв, таким образом восстанавливая способность различать свет, движение и формы³.

Разработка бионических протезов — одно из самых технологичных направлений в медицине. Благодаря протезированию люди, оставшиеся без конечности, могут вести почти полноценную жизнь.

Экзоскелёт (от греч. ἔξω — внешний и σκελετός — скелет) — устройство, предназначенное для восполнения утраченных функций, увеличения силы мышц человека и расширения амплитуды движений за счёт внешнего каркаса и приводящих частей, а также для передачи нагрузки при переносе груза через внешний каркас в опорную площадку стопы экзоскелета⁴.

Экзоскелет (Приложение, рис. 5) повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях.

Главным направлением разработок искусственных органов является военное применение экзоскелетов с целью повышения мобильности тактических групп и подразделений, действующих в пешем порядке, за счет компенсации физической нагрузки солдат, вызванной чрезмерным весом экипировки. Повышение подвижности и скорости человека может также сопровождаться увеличением силы того, кто использует экзоскелет.

Интеграция экзоскелета в экипировку будет сопровождаться превращением его в многофункциональную систему. Помимо своего основного предназначения, он может выполнять функции электрогенератора, хранилища аккумуляторных батарей, каркаса для крепления модулей бронезащиты, средств

³ <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6110d2009a79471127d1fc40>

⁴ <https://ru.wikipedia.org>

телекоммуникаций, различного рода сенсоров и датчиков, прокладки линий электропитания и передачи данных. Заслуживает внимания применение элементов конструкции экзоскелета в роли антенной системы для передачи и приема радиосигналов. Другой возможной областью применения экзоскелетов является помощь травмированным людям и людям с инвалидностью, пожилым людям, которые в силу своего возраста имеют проблемы с опорно-двигательным аппаратом (Приложение, рис. 6).

Первым искусственный протез посчастливилось испытать датчанину Деннису Аабо. Он потерял половину руки, но сейчас имеет возможность воспринимать предметы на ощупь с помощью изобретения медиков. Его протез подключён к нервным окончаниям пострадавшей конечности. Сенсоры искусственных пальцев способны собирать информацию о прикосновении к предметам и передавать её в мозг. Конструкция на данный момент ещё не доработана, она очень громоздкая, что затрудняет её использование в быту, но уже сейчас можно назвать такую технологию настоящим открытием.

Благодаря технологии 3D-печати и новой технологии, разработанной учеными из университета Нового Южного Уэльса (Австралия), появилась возможность печатать кости.

Напечатанный гибридный материал, состоящий из комбинации цинка, кремния и фосфата кальция, помещается в место, где повреждены кости, и используется в качестве каркаса, пока человеческие кости не восстановятся.

Пока что эта разработка — лишь эксперимент, и непонятно, при каких травмах можно будет использовать эту технологию. Предполагается, что после восстановления костей пациента ученые будут вынимать напечатанный материал из организма, а человек продолжит жить нормальной жизнью. Также возможно, что кости будут срастаться поверх напечатанного материала.

В дальнейшем ученые планируют заменять сильно поврежденные кости и суставы полностью, вставляя вместо них напечатанные импланты.

Биотехническая компания Suneris разработала гель Vetigel, способный почти мгновенно останавливать кровотечение. В 2015 году Vetigel придумал студент Политехнического института Нью-Йоркского университета Джо Ландолина, которому на тот момент было 17 лет.

Гель представляет собой сеть независимых полимеров. В момент нанесения на пораженный участок кожи они формируют структуру, которая не только работает как пластырь, но и помогает организму вырабатывать фибрин. Именно он отвечает за свертывание крови.

Пока что Vetigel можно использовать только в ветеринарных целях, но ученые надеются, что получат разрешение на использование геля там, где он может быть критически необходим — например, в реанимациях или зонах боевых действий.

Все исследования в данном направлении полностью основываются на копировании природных процессов и механизмов и их техническом исполнении. Это и есть медицинская бионика. Отзывы учёных гласят, что в скором времени их труды дадут возможность менять износившиеся живые органы человека и вместо них использовать механические прототипы. Это действительно станет величайшим прорывом в медицине.

2.2. Бионика и военное дело

Биотехнологии нашли широкое применение в самолето- и ракетостроении, судостроении, производстве радиолокационных приборов и средств связи.

Русские учёные внесли свой вклад в развитие бионики. Основоположник современной аэродинамики Н. Е. Жуковский тщательно изучил механизм полёта птиц и условия, позволяющие им парить. Он рассчитал подъёмную силу крыла, которая смогла удерживать самолёт в воздухе. На основании проведённых исследований появилась современная авиация.

Обтекаемая форма обитателей морских глубин и их внешнее строение (Приложение, рис.7) стали прототипом современных подводных лодок. Изучая особенности строения и поведения морских животных, их гидродинамические особенности, учёные стали использовать эти знания при строительстве подводных лодок и судов.

Американская подводная лодка «Скипджек» в точности повторяет форму тунца. Конструкторы добились хорошей обтекаемости, в результате у судна выросла скорость и поворотливость. Поворотливость - очень важное свойство, способность судна к быстрому изменению направления. Большому кораблю для разворота требуется описать полуокружность с радиусом в 4–5 длин корпуса. Форма корпуса подводной лодки точно такая же, как и у быстроходной рыбы тунца. Часто говорят: «плавает, как рыба». В действительности все рыбы плавают по-разному.

Лучшими пловцами среди рыб считаются лосось, акула, тунец, скумбрия. Лосось плывет со скоростью 5 м/сек (18 км/час), скорость акул равна 36–42 км/час. Морское млекопитающее кит свободно плывет со скоростью 40 км/час. Но самой быстрой рыбой является рыба-меч. Она может развивать скорость, достигающую 130 км/час. Что позволяет рыбам так быстро перемещаться в воде? На этот вопрос пытались ответить многие учёные в течение последних 40–50 лет. Были проделаны сотни экспериментов. Секрет скоростного движения рыб был раскрыт благодаря опыту. В аквариум с рыбами был заполнен не водой, а молоком. Это позволило проследить движения рыбы. Было установлено, что основная «движущая сила» возникает при колебательных движениях туловища рыбы. До этого времени считалось, что рыбы передвигаются под водой за счет движений хвоста и отчасти плавников.

Во время первой мировой войны английский флот нёс огромные потери из-за германских подводных лодок. Нужно было научиться их обнаруживать. Для этой цели были созданы специальные приборы – гидрофоны. Они должны были находить корабли противника по шуму гребных винтов. Однако, во время хода корабля движение воды у приёмного отверстия гидрофона создавало шум, заглушавший шум подводной лодки. Известный физик Роберт Вуд предложил инженерам поучиться у тюленей, которые хорошо слышат при движении в воде. Приёмному отверстию гидрофона придали форму ушной раковины тюленя, и гидрофон стал «слышать» даже на полном ходу корабля. К тому же они позволяли определять направление на источник звука и расстояние до него.

Много исследований учёные посвятили изучению дельфинов. Дельфины развивают очень высокую скорость движения, до 30 узлов в час (около 56 км в час). Это также долго являлось загадкой, которую не могли объяснить. Английский учёный Грей установил, что для достижения такой скорости мышцы дельфина д. б. в 7–10 больше, чем есть на самом деле. Ещё в 1936 году за изучение этого явления взялась группа русских учёных под руководством В. В. Шулейкина. Учёные

выводили формулы движения отдельных животных и целой стаи. В результате этой работы было установлено, что дельфины испытывают меньшее сопротивление в воде, чем другие водные животные. Точно созданная механическая копия дельфина не давала таких результатов. Выяснилось, что при движении дельфина не возникает турбулентности, как у других животных или морских судов.

Учёные разных стран пытались раскрыть секрет необычайно высокой скорости дельфина. Было замечено, что вокруг движущегося дельфина возникает лишь незначительное струйное (ламинарное) течение, не переходящее в вихревое (турбулентное). Однако движение плывущей подводной лодки, сходная по форме с дельфином, вызывает высокую турбулентность. На преодоление сопротивления воды при наличии турбулентности тратится около 9/10 движущей силы лодки. В чем же все-таки секрет необычайно высокой скорости движения дельфина?

Исследователи выяснили, вся тайна «антитурбулентности» этого животного заключена в структуре его кожи. В 1960 г. изучая природный кожный покров дельфина в США немецкий инженер Макс Крамер создал опытные образцы покрытий твердых тел в целях снижения силы трения. Мягкая оболочка — «дельфинья кожа» получила название «ламинфло» (от слов «laminar flow» — ламинарное течение т. е. без завихрения или турбулентности). Сначала она была изготовлена из двух, а затем из трех слоев резины толщиной около 2,5 мм. (Приложение, рис.8) Она имитировала строение кожи дельфина. Первые же опыты с торпедой и катером, обшитыми такой мягкой оболочкой «ламинфло», были успешны. Торможение снизилось почти наполовину, а скорость увеличилась вдвое. Эксперименты, начатые М. Крамером, продолжались учеными в разных странах. Результаты многочисленных испытаний подтвердили возможность снижения сопротивления воды на 40–60 %.

Американский изобретатель Р. Пелт выстлал внутреннюю поверхность трубы имитатором кожи дельфина и получил снижение потерь от при перемещении жидкости на 35 %. Появилась возможность сделать более экономичным трубопроводный транспорт.

Ещё один пример изучения и применения знаний на практике явился очень важным этапом в развитии науки. Изучение реактивного движения живых организмов привело к созданию реактивных двигателей. Это сделало возможным освоение космического пространства. Принцип реактивного движения находит широкое практическое применение в авиации и космонавтике. 12 апреля наша страна отмечает день Космонавтики, и, наверное, немногие знают, что большая заслуга в развитии космонавтики во многом принадлежит животным. На этот разгоголовоногим моллюскам. Редко кто задумывается, что медузы для передвижения пользуются реактивным движением. Такое движение используется многими моллюсками — осьминогами, кальмарами, каракатицами. Также передвигаются и личинки стрекоз. Но наибольший интерес для учёных представляет реактивное движение кальмара (Приложение, рис.9).

Кальмар является самым крупным беспозвоночным обитателем океанских глубин. Размер некоторых может достигать 20 м. Их тело даже внешними формами напоминает ракету. Точнее сказать — ракета копирует форму кальмара. При медленном перемещении кальмар пользуется большим ромбовидным плавником. Для резкого и быстрого броска он использует реактивный двигатель. Мышечная ткань — мантия окружает тело моллюска со всех сторон. Объем ее полости составляет почти половину объема тела кальмара. Вода засасывается внутрь мантийной полости животного, а затем струя воды резко выбрасывается наружу через сопло. Кальмар толчками движется назад, развивая большую скорость. При

этом все десять щупалец собираются над головой, и он приобретает обтекаемую форму. Сопло снабжено специальным клапаном, что позволяет кальмару изменять направление движения. Он может двигаться и вертикальной, и в горизонтальной плоскости. Кальмар способен развивать скорость до 60–70 км/ч. (некоторые исследователи считают, что даже до 150 км/ч). Кальмара часто называют “живой торпедой”.

В мире растений также встречается реактивное движение. Например, при самом легком прикосновении к плодам созревшего “бешенного огурца” из образовавшегося отверстия с силой выбрасывается клейкая жидкость с семенами. (Приложение, рис 10). Огурец при этом может отлететь в противоположном направлении на расстояние до 12 м. Этот принцип реактивного движения лежит в основе работы ружья. Выстрел из ружья сопровождается отдачей. Чем больше масса и скорость выходящих газов, тем больше реактивная сила и сила отдачи, которое испытывает плечо. Итак, изучение реактивного движения живых организмов, привело к новому направлению в бионике- созданию реактивных двигателей.

Проект первого автомобиля на реактивном двигателе принадлежит И. Ньютону. Автором первого в мире проекта реактивного летательного аппарата, предназначенного для полета человека, был русский учёный Н. И. Кибальчич. Идея использования ракет с реактивным двигателем для космических полётов была предложена в начале 20 века русским учёным Константином Эдуардовичем Циолковским. Идея К. Э. Циолковского была успешно воплощена советскими учёными под руководством академика С. П. Королёва. 4 октября 1957 г. с помощью ракеты был запущен первый в истории искусственный спутник Земли. 12 апреля 1961 г. Юрий Алексеевич Гагарин облетел земной шар на корабле-спутнике «Восток». Он был первым человеком, который совершил полёт в космическое пространство.

Одним из важных направлений в изучении систем живых организмов является исследование систем эхолокации, навигации и ориентации у птиц, рыб и других животных. Летучая мышь во время полёта ориентируется по отражению непрерывно создаваемых ею звуковых волн. Локационный аппарат мышей обладает большей точностью, чем созданные человеком радио- и гидролокаторы. Характерно и то, что точность обнаружения препятствий достигается даже при наличии шума, интенсивность которого во много раз превосходит интенсивность принимаемого сигнала.

Радиолокатор посылает в пространство короткий всплеск радиоволн, а потом слушает: не вернётся ли эхо? Если вернётся, значит, там, в том направлении есть какой-то предмет: самолёт, ракета и т.д.

Исследователям известен факт, что морские черепахи уходят в море за тысячи километров, а затем всегда возвращаются к одному и тому же месту на берегу для кладки яиц. Учёные предполагают, что возможно они ориентируются по звёздам и по запаху. Самец бабочки малый ночной павлиний глаз отыскивает самку на расстоянии до 10 км. Пчёлы и осы хорошо ориентируются по солнечному свету.

Многие живые организмы имеют такие сложные анализаторные системы, которых нет у человека. Например, у кузнечиков на усиках есть бугорок, воспринимающий инфракрасное излучение. У акул и скатов есть каналы на голове и в передней части туловища, воспринимающие изменения температуры в 0,10 С. Улитки, муравьи и термиты способны воспринимать радиоактивное излучение.

Некоторые животные реагируют на изменения магнитного поля (в основном птицы и насекомые, совершающие дальние миграции. Глаза пчелы реагируют на

ультрафиолетовый свет, а таракана — на инфракрасный. Термочувствительный орган гремучей змеи различает изменения температуры в 0,0010 С. Сова, летучие мыши, дельфины, киты и большинство насекомых воспринимает инфракрасные и ультразвуковые колебания.

Начало изучению полёта летучих мышей положил итальянский ученый Ладзаро Спалланцани. Он провёл ряд экспериментов, доказывающих, что мышь видит преграды не глазами. Слепленное им животное продолжало свободно летать, не сталкиваясь с препятствиями. Рукокрылые ориентируются при помощи отраженных звуковых импульсов. Их ноздри и рот также составляют части локационного аппарата. Изучением этих систем животных, способных преодолевать тысячи километров во время миграций и безошибочно возвращающихся к своим местам для нереста, зимовки, выведения птенцов, занимаются многие специалисты в различных областях. Это способствует разработке и созданию высокочувствительных систем слежения, наведения и распознавания объектов. Такие инновационные разработки активно используются в оборонной промышленности, в совершенствовании приборов, используемых в авиации, морском деле и др.

Особое внимание ученых привлекают пауки, точнее их паутина. (Приложение, рис. 11). Паутина паука толщиной в один простой карандаш может остановить «Боинг» на полной скорости. Знаменательно то, что в состав паутины входит всего 2 вида белков. Один из них отвечает за прочность нити, второй за её эластичность. В настоящее время научные лаборатории многих стран изучают этот удивительный природный материал. Создаются искусственные материалы, близкие по составу к паутине. Они используются в новейших разработках спецзащиты, военной промышленности. На сегодняшний момент нити паутины применяются в основном в оптической промышленности, в качестве ниток в микрохирургии. За счет высокого содержания в себе бактерицидных свойств паутина может с успехом применяться в медицине в качестве шовного материала, искусственных связок и сухожилий, пленок для заживления ран, ожогов и пр.

Наблюдение и изучение этих разнообразных систем обнаружения может помочь в создании новых технических приборов.

Особое направление бионики — исследования нервной системы. Они показали, что нервная система обладает целым рядом важных и ценных преимуществ перед всеми самыми современными вычислительными устройствами. Изучение этих особенностей очень важно для совершенствования электронных систем. Современные биотехнологии помогают создавать различные виды защитных материалов. Подсматривая за самой природой и перенимая у нее лучшее, ученые пытаются создать новые образцы пуленепробиваемой защиты. Повышенный интерес сейчас обращён ещё к одному обитателю морских глубин — миксине, или «слизистому угрю». Название связано с тем, что миксины вырабатывают огромное количество слизи на поверхности тела. Данный вид существует на нашей планете около 300 миллионов лет и за это время существенно не изменился. В случае опасности миксины выпускают очень крепкие нити слизи, которые тоньше человеческого волоса в 100 раз. Выяснилось, что ДНК этого живого организма может помочь в разработке защищающей от пуль одежды.

Ещё одним инновационным проектом является работа голландских ученых. Они провели удачные испытания пуленепробиваемой кожи. В разработке данного материала использовалось вещество, которое было получено из молока домашних коз специальной породы. Прочность материала объясняется наличием в его составе того же белка, который входит в состав паутины. По словам ученых, такую искусственную паутину можно вживить даже в человеческую кожу. В настоящее

время эксперименты с человеческим геномом запрещены в мировой науке, по этой причине материал синтезирован в лабораторных условиях.

2.3. Бионика в архитектуре

Архитектурно-строительная бионика - особая отрасль бионической науки, задачей которой становится органическое воссоединение архитектуры и природы. В последнее время всё чаще при проектировании современных конструкций обращаются к бионическим принципам, позаимствованным у живых организмов. Интересную организацию пространства можно обнаружить у многих биологических видов: грибов, микроорганизмов, насекомых.

Основным методом архитектурной бионики является метод функциональных аналогий, основанный на сопоставлении принципов и средств формообразования живой природы и архитектуры. Основным практическим методом как бионики в целом, так и бионической архитектуры в частности, является моделирование, при этом в моделях, связанных с архитектурно-строительными задачами, сооружения и их обитатели рассматриваются как единая биотехническая система, живые и неживые элементы которой объединены общей целевой функцией.

Одной из задач, которые ставит перед собой архитектурная бионика, заключается в формировании гармоничного единства архитектуры и живой природы. Другая задача этого направления современной архитектуры — создание таких архитектурных форм, которые отличались бы красотой и гармонией, свойственной живой природе, и, одновременно, были бы функционально оправданы. Кроме того, для био-тека актуальным является поиск таких архитектурно-технических решений, которые позволяли бы использовать экологически чистые виды энергии — энергию солнца, ветра и т. п.

Сегодня архитектурная бионика стала отдельным архитектурным стилем. Рождалась она с простого копирования форм, а сейчас задачей этой науки стало перенять принципы, организационные особенности и технически их воплотить.

Иногда такой архитектурный стиль называют экостилем. Всё потому, что основные правила бионики - это:

- поиск оптимальных решений;
- принцип экономии материалов;
- принцип максимальной экологичности;
- принцип экономии энергии.

Как видите, бионика в архитектуре - это не только впечатляющие формы, но и прогрессивные технологии, позволяющие создавать сооружение, отвечающие современным требованиям.

Опираясь на былой опыт в архитектуре и строительстве, можно сказать, что все сооружения человека непрочны и недолговечны, если они не используют законы природы. Бионические здания, помимо удивительных форм и смелых архитектурных решений, обладают стойкостью, способностью выдерживать неблагоприятные природные явления и катаклизмы (Приложение, рис 12).

В экстерьере зданий, построенных в этом стиле, могут просматриваться элементы рельефов, форм, контуров, умело скопированные инженерами-проектировщиками с живых, природных объектов и виртуозно воплощенные архитекторами-строителями.

Если вдруг при созерцании архитектурного объекта покажется, что вы смотрите на произведение искусства, с большой вероятностью перед вами строение в стиле бионика. Примеры таких конструкций можно увидеть практически во всех столицах стран и больших технологически развитых городах мира.

В каких известных творениях была использована наука бионика? Примеры таких сооружений несложно отыскать. Взять хотя бы процесс создания Эйфелевой башни (Приложение, стр. 13). Долгое время ходили слухи, что этот 300-метровый символ Франции построен по чертежам неизвестного арабского инженера. Позже была выявлена полная её аналогия со строением большой берцовой кости человека.

Еще в 1846 году исследования швейцарского профессора анатомии Хермана фон Мейера привели к неоднозначным выводам. Загадка прочности берцовой кости не давала ему покоя: почему столь значительные нагрузки не приводят к разрушению хрупкой структуры кости. Изучая ее строение более детально, ученый заметил, что головка кости покрыта сложной сетью миниатюрных косточек, которая позволяла равномерно распределять давление по всей поверхности кости, исключая ее деформацию. В 1866 году инженер Карл Кульман использовал эти опыты для создания системы распределения нагрузки с помощью кривых суппортов для строительства, а уже через 20 лет была построена Эйфелева башня.

Кроме башни Эйфеля во всём мире можно найти множество примеров бионических сооружений:

- Дом основателя архитектурной бионики Антонио Гауди - это одно из первых бионических сооружений. До сегодняшнего дня он сохранил свою эстетическую ценность и остаётся одним из самых популярных туристических объектов в Барселоне.

Антонио Гауди понял, что в архитектуре можно использовать формы, изучаемые геологией, ботаникой, зоологией. Это позволило ему создать ряд фантастических сооружений в Барселоне (Приложение, рис. 14). Цилиндрические башни, заканчивающиеся изогнутыми линиями, шпили в форме колосьев, свечи из кристаллических скал, столбы в виде грибов, сооружения, конструкция которых демонстрирует усилия, подобно мускулам живого существа, - так выглядит мир архитектуры Антонио Гауди.

- Пекинский национальный оперный театр - имитация водяной капли.
- Плавательный комплекс в Пекине. Внешне повторяет кристаллическую структуру решётки воды. Удивительное дизайнерское решение совмещает и полезную возможность конструкции аккумулировать энергию солнца и в дальнейшем использовать её для питания всех электроприборов, работающих в здании.
- Небоскрёб "Аква" внешне похож на поток падающей воды. Находится в Чикаго.

Среди наиболее известных сооружений в СССР, при создании которых были использованы «идеи» живой природы, — Останкинская телебашня (1960—1967)[3], велотрек в Крылатском (1979), спортивный комплекс «Олимпийский», известный своей бионической крышей-мембраной (1980), а также здания бакинского кафе «Жемчужина» и его бишкекского аналога ресторана «Бермет». (Приложение, рис. 14,15).

Бионика в архитектуре – это поиск формы по законам образования живых тканей и скелетов, это имитация природных форм при помощи архитектуры. Архитектуре бионики присущи: мягкие, плавные линии стен, окон, перетекающие вдруг друга формы, создающие ощущение движения. Здание становится живым организмом, круговой обход которого дает многообразие видов.

Природные формы объекта будят воображение. Благодаря ритмической игре меняющихся вогнутых и выпуклых поверхностей стен сооружений кажется, что здание дышит. Здесь стена уже не просто перегородка, она живет подобно организму. Внутри органического, живого дома создаётся впечатление нереального, сказочного мира. Данный архитектурный стиль предусматривает обилие света во всех комнатах. Зачастую используются цветные стёкла, поэтому и свет может быть необычного оттенка.

Цвет создает особый мир интерьера, оживляя и открывая материалы. Бионическая архитектура обращена к человеку, внутреннее пространство такого здания положительно влияет на самочувствие, настроение человека, раскрывает его творческие способности.

Архитектурная бионика - это архитектура будущего, которая стремится к синтезу природы и современных технологий и предполагает создание домов являющихся естественным продолжением природы, не вступающих с ней в конфликт. Это не просто искривленность очертаний форм, внешнее подобие раковинам моллюсков, птичьей скорлупе, пчелиным сотам, ветвям лесной чащи и т.д. Прежде всего - это более удобные, более гармоничные, более надежные пространства жизнедеятельности человека.

Глава 3. Здание сиднейской оперы как пример архитектурной бионики.

3.1. История возникновения.

Сиднейский оперный театр — музыкальный театр в Сиднее, одно из наиболее известных и легко узнаваемых зданий мира, являющееся символом крупнейшего города Австралии и одной из главных достопримечательностей континента. Парусообразные оболочки, образующие крышу, делают это здание непохожим ни на одно другое в мире. Оперный театр признан одним из выдающихся сооружений современной архитектуры и является визитной карточкой Сиднея (Приложение, рис. 17).

Архитектором оперного театра является датчанин Йорн Утзон. За оригинальным проектом стояла необычная судьба Йорна. Как все датчане он вырос у моря. Его отец, занимавшийся конструированием яхт, научил сыновей ходить под парусами. Для развития умственных способностей ребёнка бабушка отдала внука на занятия рисования. Йорк много наблюдал за природой и увлекался рисованием пейзажей. Умение «подсматривать» за природными объектами породило разносторонность и причудливость творчества архитектора. Он старался совмещать разные архитектурные стили, природные элементы в своих проектах и архитектурных решениях.

Здание Сиднейского оперного театра выполнено в стиле экспрессионизма с радикальным и новаторским дизайном. Здание занимает площадь в 2,2 гектара. Наибольший интерес привлекает необычная крыша театра: она напоминает форму морских раковин, причудливо соединённых в единое целое. Их ещё называют «скорлупками» или «парусами», хотя это неверно с точки зрения архитектурного определения такой конструкции. Эти скорлупки созданы из сборных, бетонных панелей в форме треугольника.

Вся кровля оперного театра состоит из 2 194 заранее изготовленных секций, её высота 67 метров, а вес более 27 тонн, всю конструкцию удерживают стальные тросы длиной в 350 километров.

"Раковины" соединены гигантскими стеклянными стенами и крепятся к изогнутым ребрам. Легкая и прочная, как крыло морской птицы, вся конструкция благодаря игре света создает ощущение тайны, непредсказуемости того, что кроется внутри.

Внутренние помещения выполнены в стиле, который назвали «готикой космической эры». В этом здании висит самый большой в мире театральный занавес. Орган в концертном зале -- самый большой механический орган мира, у него 10 500 труб. Всего здесь есть пять залов для разных представлений, кинозал и два ресторана. Оперный зал рассчитан на 1550 зрителей, концертный -- на 2700. В этом же здании дают представления симфонический оркестр, филармонический хор и театр Сиднея.

Многие утверждают, будто опера - самое красивое здание из всех, что были построены после второй мировой войны, а некоторые говорят, что это вообще самое красивое здание на свете. Лучше всего полюбоваться им с борта корабля, из гавани. Ночью, залитое светом, оно обретает всю свою красоту (Приложение, рис. 18.).

3.2. Бионическая модель здания Сиднейской оперы.

Прочитав литературу по теме бионика, изучив некоторые примеры применения бионики в различных областях жизнедеятельности человека, мне захотелось воссоздать первоначальные идеи архитектора Йорна Утцона, которые могли быть в основе получившегося признанного мирового шедевра. То, что могло вдохновить автора на создание таких удивительных природных форм.

В основе моей модели (Приложение, рис. 19) выпиленная трёхуровневая фанерная платформа, имитирующая часть водной акватории города Сиднея с полуостровом, на котором расположен театр. Для заливки была использована эпоксидная смола, краски, речной песок, ракушки и камушки, мох. Для изготовления кровли использованы морские раковины, ракушки, соединённые клеем.

Кроме того, я собрал металлическую модель театра (Приложение, рис.20). Это уже модель готового архитектурного решения. Сравнивая обе модели, конструкции, можно представить себе задумку автора и её воплощение в современных строительных материалах.

Я думаю, именно благодаря лаконичным природным формам, лёгкости конструкции данное архитектурное сооружение так понравилось местным жителям и гостям города Сиднея. Театр стал местом притяжения, главной визитной карточкой города.

Заключение

Со второй половине XX в. в мире произошли глобальные изменения в развитии многих отраслей научных знаний. Достижения бионики, междисциплинарной науки, опирающейся на природные знания и многовековой опыт, используются в различных сферах жизнедеятельности человека для усовершенствования уже существующих приборов, строительных конструкций, материалов, а также для создания принципиально новых технологий и устройств. Современная бионика объединяет знания, используемые в разных научных областях: ботанике, зоологии, анатомии, биохимии, архитектуре, электронике, механике, биофизике, химии, физиологии, др.

Потенциал бионики практически безграничен. Её достижения очень важны для человека. Появляется всё больше областей ее исследования, постоянно расширяются перспективы в создании новых уникальных знаний.

Новые материалы и методы лечения, основанные на природных способностях человека и окружающей среды, позволяют более качественно и эффективно проводить лечение и реабилитацию пациентов, улучшают качество жизни современного человека.

Новаторские технологии в производстве строительных материалов и широкие возможности 3D проектирования позволяют современным архитекторам создавать проекты, необычные по концепции и эстетической нагрузке. Бионика в архитектуре - одно из прогрессивно развивающихся направлений постмодернизма, отличительная черта которого – применение органичных форм и естественное их объединение с окружающей средой. Зародившись еще в древних веках, тенденция заимствования архитектурных линий и объемов у природы приобрела новую огранку, проявившись с необычайной силой в стилистике современных общественных и частных зданий.

Каждое живое существо - это совершенная система, которая является результатом эволюции многих миллионов лет. Изучая данную систему, раскрывая секреты устройства живых организмов, можно получить новые возможности во всех сферах жизнедеятельности человека. Живая природа вдохновляет учёных и исследователей по всему миру, подсказывает простые и оригинальные идеи для создания наиболее комфортной для человека среды обитания, улучшения качества его жизни. Очень важно увидеть, раскрыть и понять тайны природы, научиться бережно использовать эти знания в практической деятельности на благо всего человечества.

В результате проведённого мною исследования мною:

- изучена история появления бионики, определены её место и роль в современном мире;
- показаны примеры использования знаний о природе в медицине, архитектуре, судо- и кораблестроении; взаимосвязи между живой природой и деятельностью человека;
- создан бионический прототип современного архитектурного объект

Использованная литература

1. Вахитова Н. А. Бионика в архитектуре на примере театрального комплекса Esplanade в Сингапуре, журнал Молодой учёный, №28 (318), июль 2020г., С.47-48
2. Гуфельд И.М. Зоология: Учебное пособие / Под общей редакцией Л. Панфиловой. – М.:ТЕРРА, 2001.- 320 с.: ил. – («Терра» - школе).
3. Общая биология: учебное пособие/ С.И. Колесников. – 4-е изд., стер. – М.:КНОРУС, 2014. – 288 с. – (Среднее профессиональное образование).
4. Скурлатова М.В. Бионика как связь природы и техники, журнал Молодой учёный, №10 (90), май 2015г., С.1283-1288
5. <http://umniku.ru/arhitektura/bionika-v-arhitekture> дата обращения: 25-26.03.2023
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Архитектурная_бионика дата обращения: 25-26.03.2023
7. <https://trends.rbc.ru> дата обращения: 25.03.2023
8. <http://www.microarticles.ru/article/emblema-nayki-bioniki.html> дата обращения: 25.03.2023

Приложение

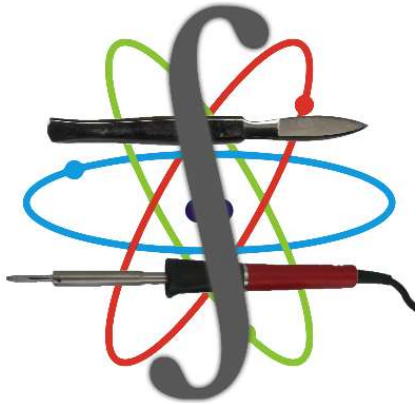


Рисунок 2 Эмблема бионики



Рисунок 3 Клюв веретеника и операционные ножницы



Рисунок 1 Присоски на лапах квакши.

Рисунок 4 Орнитоптер



Рисунок 5 Экзоскелет

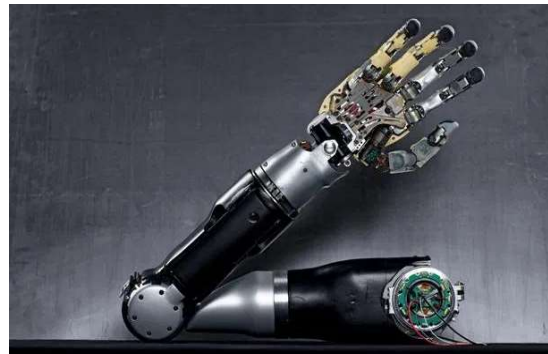


Рисунок 6 Бионический протез

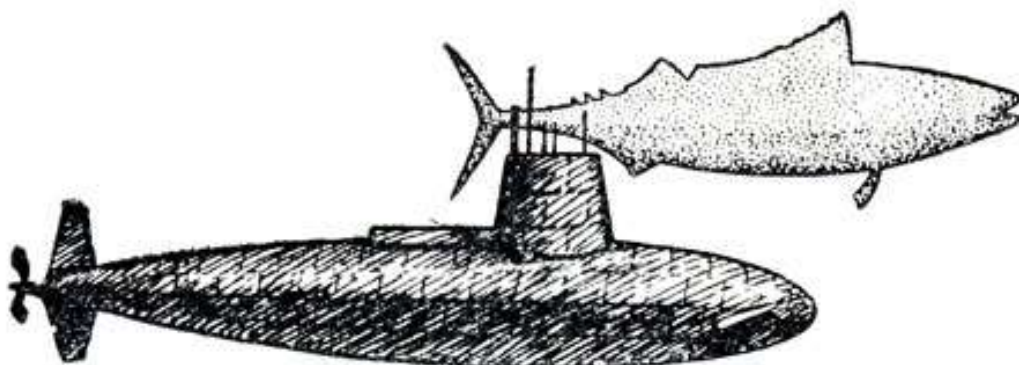


Рисунок 6 Обтекаемая форма подводной лодки схожа со строением морских обитателей

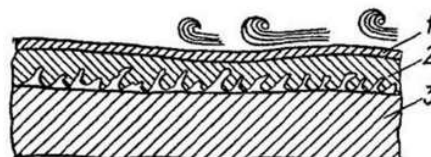


Схема строения кожи дельфина.
1—внешний упругий слой ($\delta=0,5$ мм); 2—внутренний эластичный слой ($\delta=1$ мм), пронизанный каналами, которые заполнены жидким жиром; 3—волокнистый кожный покров ($\delta=6$ мм).

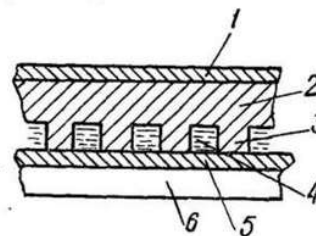


Схема искусственного столбикового покрытия М. Крамера «ламинфо».
1—наружная оболочка ($\delta=0,5$ мм); 2—эластичная диафрагма ($\delta=1,5$ мм); 3—гибкие столбикостерженьки ($h=1$ мм); 4—силиконовая демпфирующая жидкость; 5—внутренняя оболочка ($\delta=0,5$ мм); 6—поверхность модели.

Рисунок 7 Особенности строения кожи дельфина, «ламинфо»

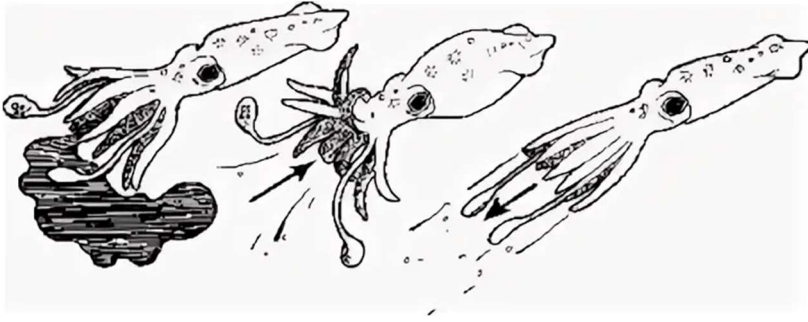


Рисунок 8 Реактивное движение кальмара



Рисунок 9 Бешенный огурец



Рисунок 10 Паутина



Рисунок 11 Биоархитектура



Рисунок 15 Эйфелева башня



Рисунок 14 Дом Антонио Гауди в Барселоне



Рисунок 13 Велотрек в Крылатском



Рисунок 12 Останкинская телебашня

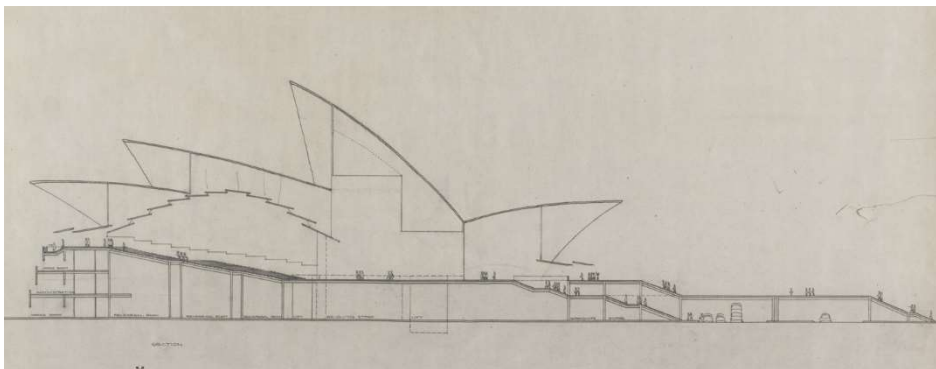


Рисунок 16 Здание Сиднейской оперы. Продольный разрез.



Рисунок 18 Оперный театр, в лучах ночного света.



Рисунок 19 Прототип здания сиднейской оперы

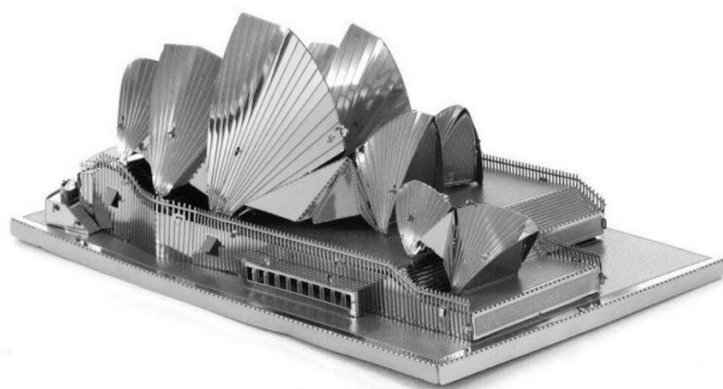


Рисунок 17 Металлическая модель сиднейской оперы