**БИОНИКА**

*Соприкосновение с природой есть самое последнее слово всякого прогресса, науки, рассудка, здравого смысла, вкуса и отличной манеры.*

*Достоевский Ф. М.*

*Природа так обо всем позаботилась, что повсюду ты находишь, чему учиться.*

*Леонардо да Винчи*

*Нет ничего более изобретательного, чем природа.*

*Цицерон*

*Грандиозные вещи делаются грандиозными средствами. Одна природа делает великое даром.*

*Герцен А. И.*

*Изучение и наблюдение природы породило науку.*

*Цицерон*

*Прогресс — закон природы.*

*Вольтер*

*Птица – действующий по математическому закону инструмент, сделать который в человеческой власти со всеми его движениями…*

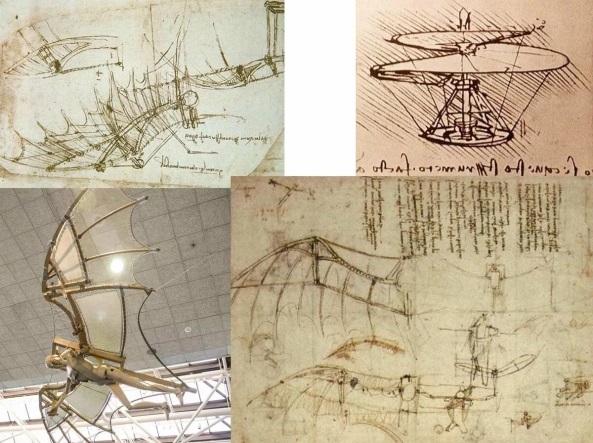
*Леонардо да Винчи*

**Приспособленность** – это совокупность тех особенностей строения, физиологии и поведения, которые обеспечивают для данного вида возможность специфического образа жизни в определенных условиях внешней среды.

**Адапта́ция** (лат. adapto «приспособляю») — приспособление строения и функций организма, его органов и клеток к условиям внешней среды. Процессы адаптации направлены на сохранение гомеостаза.

**Био́ника** (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. “БИОлогия” и “техНИКА” -

|  |
| --- |
| **БИОНИКА - прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов, свойств, функций и структур живой природы.** |

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

Художник Леонардо да Винчи сделал попытку сделать летательный аппарат, используя умение птиц летать, взмахивая крыльями и назвал свое детище орнитоптером.

В 1960г. в Дайтоне (США) состоялся первый симпозиум по бионике – это официальное рождение новой науки (13 сентября 1960 года). У бионики есть символ: скрещенные скальпель, паяльник и знак интеграла. Этот союз биологии, техники и математики позволяет надеяться, что наука бионика проникнет туда, куда не проникал еще никто, и увидит то, чего не видел еще никто.

Различают

* биологическую бионику - изучающую процессы, происходящие в биологических системах;
* теоретическую бионику - строящую математические модели этих процессов;
* техническую бионику - применяющую модели теоретической бионики для решения инженерных задач.

**Биологическая бионика**базируется на самых разных разделах биологии и медицины, использует их достижения для выявления определенных принципов живой природы, которые могут быть положены в основу решения тех или иных проблем инженерного плана.  
Содержанием **теоретической бионики** является разработка математического аппарата биологического моделирования, а также математических моделей явлений и процессов, протекающих в живых организмах, живых системах или даже в обществах организмов.  
Сферой деятельности **технической бионики** является реализация математических моделей или иных сторон деятельности живых организмов, часто полученных в ходе исследований биологической и теоретической бионики, с целью усовершенствования существующих и создания совершенно новых технических средств и систем, превосходящих по своим техническим характеристикам уже созданные ранее и действующих по биологическому принципу.

Сегодня бионика развивается стремительными темпами и уже подразделяется на отдельные направления: нейробионика, биокомпьютинг, биомолекулярная электроника и нанотехнологии, андроидная роботехника и киборгизация, учение об искусственных нейронных сетях, архитектурная бионика.

Одна из важных задач бионики - изучение функционирования надежных свойств живых организмов и использование этих принципов в технике.

Пчелиные соты, початок кукурузы - являются самыми экономичными с точки зрения расходования строительного материала. Кроме того, подобные конструкции являются весьма устойчивыми. Принцип устройства таких конструкций используется человеком при строительстве многоэтажных домов, при сооружении плотин. Трубчатые кости человека и животных, стебель-соломина у злаковых растений обладают большим запасом прочности. Это свойство используется строителями при создании тонкостенных железобетонных конструкций, арматуры в блоках и перекрытиях. Проводящие ткани, клетки которых имеют форму трубочек, послужили примером для создания отопительной системы и водоснабжения в многоэтажных домах. Расположение жилок листьев, лепестков цветков дали возможность создать крытые стадионы, крупные строительные комплексы, выставочные сооружения, аквапарки. В 1889г. во Франции была построена 330- метровая башня по проекту инженера Гюстана Эйфеля, которая стала символом Парижа. Инженер пользовался теми же законами, какие лежат в основе прочности и легкости структуры губчатого вещества кости. Человек всегда восхищался совершенством природы. Мельчайшие одноклеточные радиолярии предлагают архитекторам удивительные по красоте, экономии материала и прочности сооружения.

Современные подводные лодки и подводные части судов имеют форму тела китов и дельфинов. Изучение гидродинамических свойств рыб, китов и дельфинов позволило увеличить скорость движения судов и торпед на 20-25%. У китов и дельфинов, помимо хорошо работающей мускулатуры хвоста и спины, специфичное строение кожи, которое помогает им достигать большой скорости в воде –до 55км/час. Их кожа обладает гидрофобными, антитурбулентными и демпферными (гасящими) свойствами. Благодаря этому несмачиваемая кожа уменьшает вихревые потоки, которые возникают вокруг движущегося в воде тела, и снижает трение. Все эти качества достигаются благодаря тому, что эпидермис кожи имеет два слоя: наружный, более тонкий, и внутренний, шиповидный или ростковый, в который входят зубцы дермы. Особенно это сложное строение хорошо развито на голове, в передних частях плавников, т.е. там, где возникает наибольшее давление воды на тело животного. М. Крамер учел строение кожи дельфина в 1958 году при создании им искусственного покрытия «ламинфло» (от слов «ламинар флоу», т. е. ламинарное течение), имитирующего кожу дельфина. Модель торпеды, одетая в оболочку «ламинфло» и испытанная в потоке воды при скорости 70 км/ч, встретила сопротивление жидкости на 60% меньшее, чем контрольная модель.

Долгое время проблемой скоростной авиации был *флаттер* — внезапно и бурно возникающие на определенной скорости вибрации крыльев. Из-за этих вибраций самолет разваливался в воздухе за несколько секунд. После многочисленных аварий конструкторы нашли выход — крылья стали делать с утолщением на конце. Лишь позднее выяснилось, что нужное решение было перед глазами людей задолго до того, как взлетел первый самолет*... Ведь крохотное хитиновое утолщение у кромки передней части крыла стрекоз оказалось не чем иным, как противофлаттерным устройством!*

В биологии эти утолщения называются *птеростигмы.*

*«...природа иногда указывает, как самые сложные задачи решаются с поразительной простотой (.*Специалист –аэродинамики Тихонравов М.К.).

Идея К.Э.Циолковского использования ракет для космических полётов была осуществлена советскими учёными под руководством академика Сергея Павловича Королёва. Первый в истории искусственный спутник Земли с помощью ракеты был запущен в Советском Союзе 4 октября 1957 г. В основе движения ракеты лежит закон сохранения импульса. Если в некоторый момент времени от ракеты будет отброшено какое-либо тело, то она приобретет такой же импульс, но направленный в противоположную сторону

Реактивный двигатель – это двигатель, преобразующий химическую энергию топлива в кинетическую энергию газовой струи, при этом двигатель приобретает скорость в обратном направлении.

Наибольший интерес представляет реактивный двигатель кальмара. Кальмары достигли высшего совершенства в реактивной навигации. У них даже тело своими внешними формами копирует ракету (или лучше сказать – ракета копирует кальмара, поскольку ему принадлежит в этом деле бесспорный приоритет). Кальмар для быстрого броска он использует реактивный двигатель.

Бионические разработки используются в промышленности, медицине, робототехнике, архитектуре, инженерии и во многих других областях.

Но что поражает, так это обстоятельство, когда кажется, что в природе трудно найти что-либо отсутствующее из того, что создал человек! Двигатель внутреннего сгорания? С ним имеет полнейшее сходство слюнная железа клопа: и здесь и там цилиндр, поршень, клапаны, только в одном случае они хитиновые, а мы привыкли иметь дело с металлом.

Открытие эхолокации связано с именем итальянского естествоиспытателя Ладзаро Спалланцани. Он обратил внимание на то, что летучие мыши свободно летают в абсолютно тёмной комнате (где оказываются беспомощными даже совы), не задевая предметов. В своём опыте он ослепил несколько животных, однако и после этого они летали наравне со зрячими. Коллега Спалланцани Ж. Жюрин провёл другой опыт, в котором залепил воском уши летучих мышей, — и зверьки натыкались на все предметы. Отсюда учёные сделали вывод, что летучие мыши ориентируются по слуху. Однако эта идея была высмеяна современниками, поскольку ничего большего сказать было нельзя — короткие ультразвуковые сигналы в то время ещё было невозможно зафиксировать.

Впервые идея об активной звуковой локации у летучих мышей была высказана в 1912 году Х. Максимом. Он предполагал, что летучие мыши создают низкочастотные эхолокационные сигналы взмахами крыльев с частотой 15 Гц].

Об ультразвуке догадался в 1920 году англичанин Х. Хартридж, воспроизводивший опыты Спалланцани. Подтверждение этому нашлось в 1938 году благодаря биоакустику Д. Гриффину и физику Г. Пирсу. Гриффин предложил название эхолокация (по аналогии с радиолокацией) для именования способа ориентации летучих мышей при помощи ультразвука. На основании этого был разработаны:

Радар

Сонар (гидролокатор)

Эхолот

Дефектоскоп

Лет через 30, когда принцип ультразвуковой локации у летучей мыши был, наконец, признан, Деннис Габор изобрел голографию. Прошел еще десяток лет, прежде чем произвел сенсацию лазер, и голограмма реально вошла в практику нашей науки и техники. А через год зоологи объявили, что акустический локатор летучей мыши дает голографическую картину. И это объяснимо. Летучая мышь, как и мы, любит видеть не плоское, а объемное изображение. Летучие мыши могут издавать и улавливать ультразвуки. Беспрерывно испуская в полёте ультразвуки и воспринимая их отражение от окружающих предметов, летучие мыши как бы ощупывают в темноте окружающее пространствою. Моделирование локаторов по живым образцам открывает новые перспективы их использования в качестве чувствительных элементов различных технических систем.

Нейробионика - научное направление, изучающее возможность использования принципов строения и функционирования мозга, органов чувств и механизмов реакции на среду с целью создания более совершенных технических устройств и технологических процессов.

Многие организмы имеют такие анализаторные системы, каких нет у человека. Так, например, у кузнечика на 12-м членике усиков есть бугорок, воспринимающий инфракрасное излучение. Исследования анализаторных систем животных позволяют создавать технические аналоги органов чувств.

Интенсивное изучение органов чувств животных, внутренних механизмов реакции на окружающую среду и у животных и у растений даст возможность развивать и совершенствовать электронную и вычислительную технику, а также создавать устройства переработки информации на основе принципов работы естественных нейронных систем. А понимание принципов строения и функционирования мозга, механизмов памяти будет служить основой для создания совершенных технических устройств, «думающих» машин для автоматизации сложных процессов производства и управления.

С наступлением осени большая часть птиц покидает свои гнездовья и отправляется в далёкое путешествие к местам зимовок. Инженеры бионики многих стран работают над выяснением механизмов ориентации животных, раскрытие которых даст возможность создать новые навигационные приборы.

Мощное защитное оружие жука-бомбардира давно привлекало внимание исследователей. Самое легкое прикосновение к его телу вызывает сокращение мускульных стенок и двух секреторных желез, вырабатывающих химическое соединение сложного состава. Эти компоненты попадают в общую смесительную камеру, где вступают в бурную реакцию с образованием чрезвычайно едкого вещества - бензохинона и выделением большого количества тепла. Давление в камере резко повышается, и кипящая струя вырывается через отверстие в подбрюшье жука. Таким образом, природа предвосхитила не что иное, как бинарное химическое оружие: два соединения, порознь безвредные, при реакции дают настоящее боевое отравляющее вещество.

А совсем недавно были открыты еще более удивительные подробности работы «метательного механизма» бомбардира. Химик и эколог Томас Эйснер из Корнеллского университета (США) ухитрился зафиксировать все детали «выстрела» с помощью специально разработанных микродатчиков давления и высокоскоростной киносъемки. Как выяснилось, животное выпускает не сплошную струю, а отдельные порции бензохинона с интервалом всего 2 мс. Дело в том, что на выходе обеих секреторных желез стоят обратные запорные клапаны пассивного действия. Как только давление в камере подскакивает, они закрываются, и первая порция боевого вещества выбрасывается наружу. Упавшее давление позволяет клапанам вновь открыться под напором реагентов - и цикл повторяется. Так вот: весь этот механизм в точности соответствует принципу действия... двигателей реактивных самолетов-снарядов ФАУ-1, которыми нацисты обстреливали Лондон в дни второй мировой войны.

Не менее перспективным для использования оказалось проявление электрической активности в живой природе. В настоящее время известно около 300 видов рыб способных создавать и использовать биоэлектрические поля.По силе и характеру разрядов рыбы делятся на сильноэлектрические (южноамериканские электрические угри, морские электрические скаты, африканские электрические сомы) и слабоэлектрические.

Сильноэлектрические рыбы генерируют очень сильные разряды, позволяющие им парализовать даже крупную добычу

Слабоэлектрические рыбы создают вокруг своего тела электрическое поле. Если в электрическое поле попадает объект, конфигурация поля изменяется. Рыбы воспринимают эти изменения с помощью электрических рецепторов, расположенных у большинства рыб вокруг головы, и определяют местонахождение объекта. Работа по созданию подобной аппаратуры ведётся учёными многих стран

Последние несколько лет нам часто приходится слышать о новых открытиях в области нанотехнологий, нанобиоэлектроники. Так что за тайны скрывают эти загадочные науки?  
Нанобиоэлектроника сочетает в себе элементы биологии, электронных и нанотехнологий. Биологи имеют дело с принципами обработки информации биологическими объектами, и используют их для создания электронных устройств. Фактически специалисты по нанобиоэлектронике занимаются тем же, чем и сотрудники компаний вроде Intel и AMD, разрабатывающих процессоры для компьютеров, только материал другой – не кремний, а биологическая масса.

Основные направления нанобиоэлетроники включают создание на основе таких гибридных систем биосенсоров, сложных нано-электронных схем на основе ДНК, конструирование нанобиотранзисторов, диодов, наномоторов, нанотранспортеров и т.д. Для создания таких устройств необходимо построение их моделей и проведение супер-компьютерных расчетов.

Несмотря на сложность и дороговизну, эти исследования способны приносить реальную пользу. Например, сейчас уже разработана конструкция электронного нанобиочипа, который очень быстро и с высокой точностью проводит диагностику различных заболеваний. Более того, на основе такого чипа можно создать генетический паспорт отдельного человека.

Биологические микрочипы (biochips) или, как их чаще называют — DNA microarrays, — это один из новейших инструментов биологии и медицины 21 века. Изобретены биочипы были в конце 90-х годов в России и в США. В настоящее время они активно производятся несколькими американскими биотехнологическими фирмами. Производят биочипы также и в России, в Центре биологических микрочипов Института молекулярной биологии РАН

Впрочем, этим польза нанобиотехнологии для медицины не исчерпывается. Многие побочные эффекты различных лекарств происходят из-за того, что активное вещество доставляется не только к необходимым рецепторам, но и успевает «оставить след» по пути. Системы селективной внутриклеточной доставки лекарств на основе фосфолипидных наночастиц способны произвести революцию во многих отраслях медицины: в эндокринологии, пульмонологии, кардиологии и онкологии. Конечно, предстоит еще много работы, прежде чем эти технологии начнут использоваться в повседневной жизни человека.

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.

Начало 21-го века знаменует собой начало эпохи робототехники. Еще совсем недавно это казалось фантастикой, но прогресс не стоит на месте – с каждым годом роботы становятся все более технически совершенными. Особо важной и перспективной отраслью робототехники считается андроидная робототехника. Ведь такие роботы являются прототипами человека и могут выполнять самую разнообразную работу.

Андроид — человекоподобный робот. Слово происходит от греческого andr-, что означает «человек, мужчина, мужской», и суффикс -eides, который означает — «подобный, схожий» (от eidos). Родина андроидной робототехники Япония. С понятием андроида соприкасается значение слова киборг.

Киборг (сокращение от «кибернетический организм») — биологический организм, содержащий механические компоненты; реже неверно используется в качестве термина для обозначения робота, содержащего биологические компоненты (данное значение термина популяризовано во многом благодаря серии кинофильмов «Терминатор», хотя все терминаторы — андроиды, а не киборги). Тут делается смысловой акцент на самом симбиозе биологических и электронно-механических систем.

Биологическая кибернетика (биокибернетика) представляет собой научное представление, в котором идеи, методы и технические средства кибернетики применяются к рассмотрению задач биологии и физиологии.

Биологическая кибернетика состоит из теоретической и практической частей. Задачей теоретической части является изучение общих вопросов управления, хранения, переработки и передачи информации в живых системах.

Важнейшей задачей практической части является методы моделирования структур и поведения биологических систем. В развитии этих методов включаются вопросы конструирования искусственных систем, воспроизводящих деятельность отдельных органов, их внутренних связей и внешних взаимодействий. В этом направлении биологическая кибернетика тесно смыкается с медицинской кибернетикой.

Очевидно, первыми прообразами роботов были механические фигуры, созданные арабским ученым и изобретателем Аль-Джазари (1136—1206). Например, Аль-Джазари была создана лодка с механическими музыкантами, которые играли на бубнах, арфе и флейте.

Чертёж человекоподобного робота был сделан Леонардо да Винчи около 1495 года. Записи Леонардо, найденные в 1950-х, содержали детальные чертежи механического рыцаря, способного сидеть, раздвигать руки, двигать головой и открывать забрало. Дизайн скорее всего основан на анатомических исследованиях, записанных в Витрувианском человеке. Неизвестно, пытался ли Леонардо построить робота.

Первого работающего робота — андроида, играющего на флейте, — создал в 1738 году французский механик и изобретатель Жак де Вокансон (1709 – 1782): флейтист играл 12 различных пьес, по-настоящему дул во флейту, а тоном звучания управлял с помощью пальцев.

*Андроид Repliee Q1*

 Один из самых человекоподобных роботов на данный момент. Кожу у нее заменяет не твердый пластик, как у других роботов, а эластичный силикон; целый набор датчиков и микромоторов позволяют ей поворачиваться и реагировать на происходящее. Она моргает глазами и очень по-женски двигает руками. И даже делает вид, что дышит.

 Repliee Q1 может общаться с людьми, может реагировать на человеческие прикосновения. Пока женщина-робот может только сидеть, но в ее теле имеется 31 силовой привод. Питание приводов осуществляется от воздушного компрессора, а запрограммированы они таким образом, что движения андроида неотличимы от человеческих. Движения тела робота построены на компьютерном анализе движений человека. Алгоритм совершенствуется, когда Repliee Q1 наблюдает за настоящими людьми и действует независимо от них.

В столичных школах номер 166, 738 и 497 испытали нового робота.

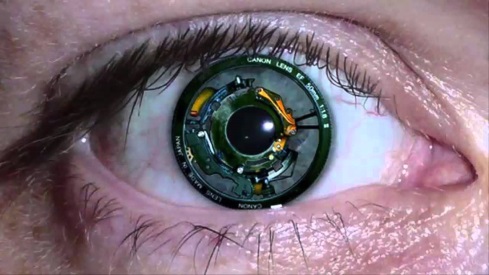
R-Воt: обеспечивает эффект удаленного присутствия. Дети, которые по разным причинам не мо­гут посещать уроки, получают возможность считывать картинку с камеры робота на домашнем компьютере.

R-Воt находится в школе и может передвигаться из кабинета в кабинет. С его помощью ребенок, сидя дома, общается с одноклассниками и учителями. Для связи с аватаром нужен Интернет.

Робот обеспечивает полную интерактивность - его голова поворачивается, а шея крутится.

- Дети реагируют на R-Воt замечательно. - Рассказал представитель компании R-Воt: Вячеслав Кравцов. - А вот некоторым учителям нужно время, чтобы к нему привыкнуть.

Возрастание зависимости человека от механизмов, а также замена органов механическими приспособлениями (протезами, имплантатами) создаёт условия для постепенного превращения человека в киборга.

Техника по сути является проекцией человека: одежда — проекция кожи, молоток — проекция кулака, кастрюля — органопроекция желудка. В технике человек проецирует себя, поэтому совместная эволюция человека и техники в киборга - это процесс во многом объективный. Современная бионика во многом связана с разработкой новых материалов, которые копируют природные. В настоящее время некоторые ученые пытаются найти аналоги органов человеческого тела, чтобы создать, например, искусственное ухо (оно уже поступило в продажу в США) или искусственный глаз . В 2008 году немецкие ученые-офтальмологи впервые имплантировали человеку глазной электронный протез, полностью помещающийся внутри глаза, добившись частичного восстановления зрения. Ранее все экспериментальные имплантаты, частично восстанавливающие зрительную функцию человека, имели массивные внешние элементы.

Проводятся эксперименты с применением стволовых слуховых имплантатов, позволяющих восстановить слух некоторым пациентам с глухотой невральной этиологии.

Сегодня система C-LEG используется для замены ампутированных человеческих ног. Значительный эффект оказывает использование сенсоров в искусственных ногах. Это один из первых шагов к киборгизации. 

Уже давно существуют искусственный регулятор сердечного ритма, искусственный сустав, а недавно появилось и **искусственное сердце.**

Сегодня в обиход входят более сложные нейронные протезы. Пациенты, страдающие параличом рук и ног и имеющие высоко расположенную травму позвоночника, не позволяющую говорить и контролировать дыхание, теперь могут с помощью нейронных имплантатов, вживленных в мозг, мысленно управлять компьютерной мышью. Это позволяет им общаться с окружающим миром: блуждать по Интернету, печатать тексты и вести электронную переписку. Иногда роботы помогают им даже управляться с бытовыми делами. Можно рассчитывать, что технологии, позволяющие тяжелобольным не терять человеческое достоинство, будут продолжать развиваться, ассортимент имплантатов расширится, возможности работать увеличатся.

Нейро-компьютерный интерфейс (НКИ) (называемый также прямой нейронный интерфейс или мозговой интерфейс) — система, созданная для обмена информацией между мозгом и электронным устройством (например, компьютером).

Исследование нейро-компьютерного интерфейса начались в 1970-х годах в Университете Лос-Анжелеса штат Калифорния (UCLA). После многолетних экспериментов на животных в середине девяностых годов в организм человека были имплантированы первые устройства, способные передавать биологическую информацию от тела человека к компьютеру. С помощью этих устройств удалось восстановить поврежденные функции слуха, зрения, а также утраченные двигательные навыки. В основе успешной работы НКИ лежит способность коры больших полушарий к адаптации (свойство пластичности), благодаря которому имплантированное устройство может служить источником биологической информации.

Первым в истории НКИ был создан Филлипом Кеннеди и его коллегами с использованием электродов, имплантированных в кору головного мозга обезьян.

В нейрохирургическом центре в Кливленде в 2004 году был создан первый искусственный кремниевый чип — аналог гиппокампа.

Великолепное создание природы — человеческая рука — тоже давно привлекла внимание конструкторов. Создано большое число манипуляторов, в которых в той или иной степени повторяются отдельные элементы конструкции руки. Наибольшая степень сходства достигнута в активных протезах человеческой руки. Большой известностью пользуются у нас работы группы ученых во главе с **А.Е. Кобринским**. Они создали протез, который управляется с помощью биопотенциалов, возникающих в мышце предплечья…

Специалисты из Института реабилитации инвалидов в Чикаго (США) успешно имплантировали бионическую руку женщине по имени Клодия Митчел, потерявшей свою руку в дорожной аварии. До этого подобные манипуляторы были успешно имплантированы пяти мужчинам.

Возвращаясь к протезированию конечностей, следует отметить, что еще один современный тип протезов, применяющихся в основном для протезирования нижних конечностей, а точнее - протезы на силиконовой основе, также содержит в основе своей природный принцип - принцип гидравлического строения ходильных ножек паука, движения которых основаны на переходе состояния биологического коллоида по типу «гель-золь».  
В какой-то степени достижения бионики в области медицины основаны на строении самого человека. Так, перфузионные пленки, накладываемые на обширные ожоговые поверхности и служащие для предупреждения раневой инфекции, практически полностью имитируют строение поверхностных слоев неповрежденной человеческой кожи, обладающей бактерицидными свойствами и характеризующейся полупроницаемостью.  
Достижения бионики во многом подают надежды некоторого улучшения состояния или практически полной компенсации качества жизни для больных, положение которых ранее расценивалось как практически безнадежное.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТА**

1. изучить теоретический материал, записать выделенный цветом текст.
2. Посмотреть видеоурок по ссылке

<https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/vzaimodeystvie-cheloveka-i-prirody/bionika>

1. **Рассмотрите примеры приспособлений живых организмов в презентации и предположите, для чего они были использованы**