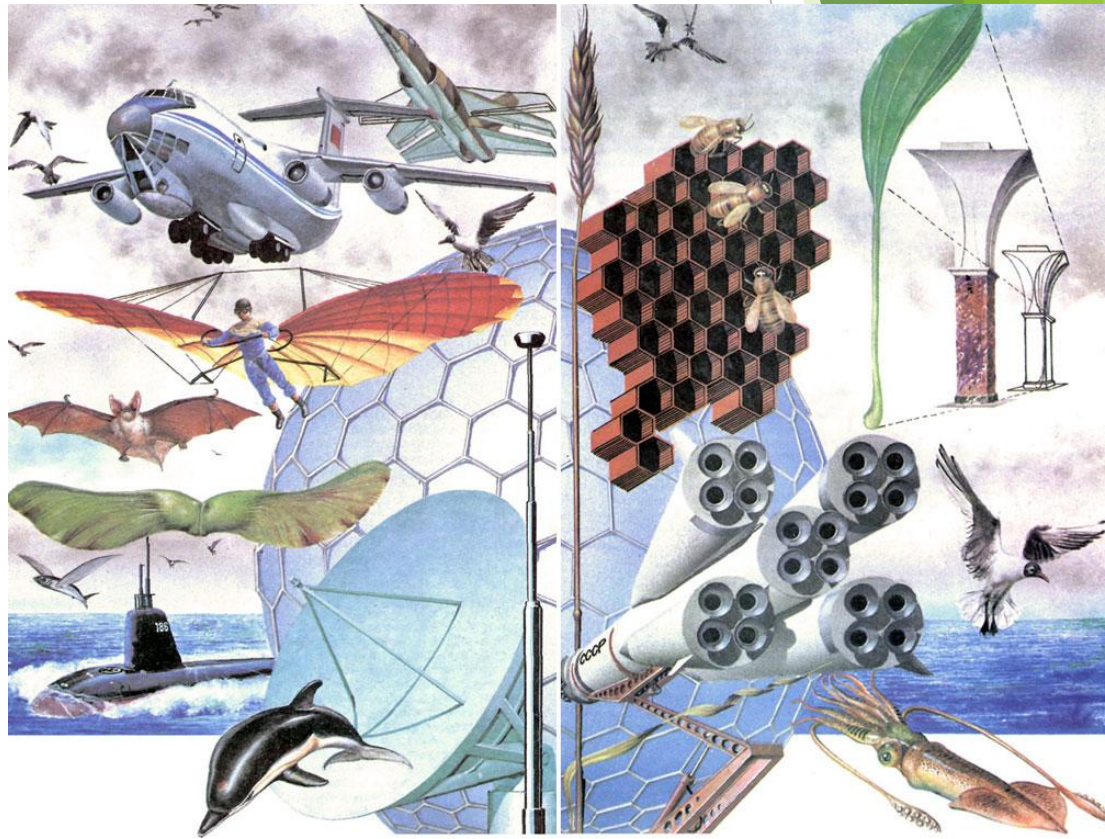
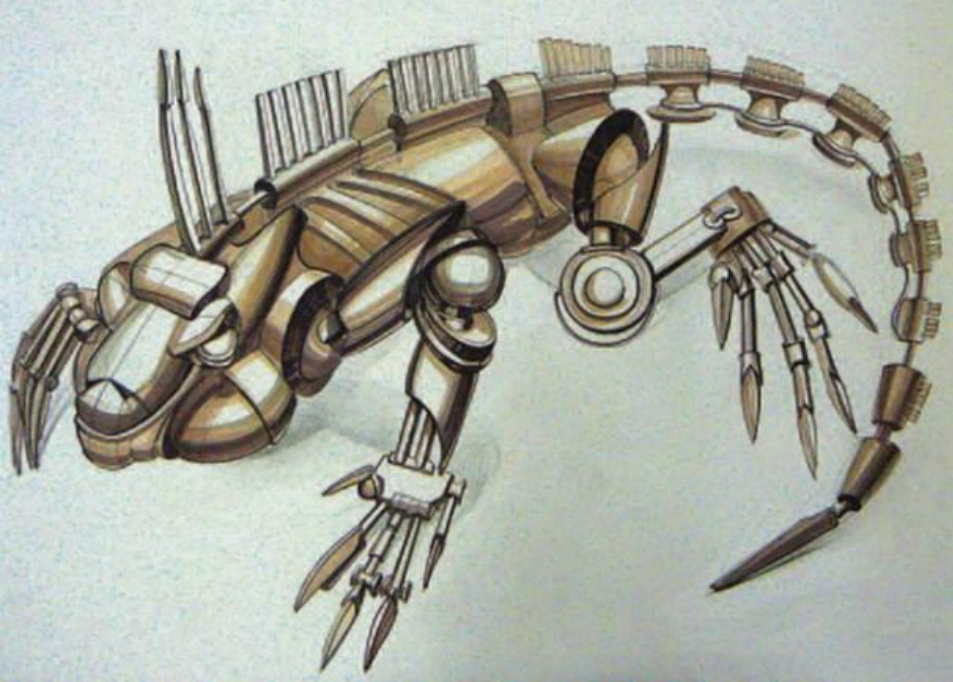
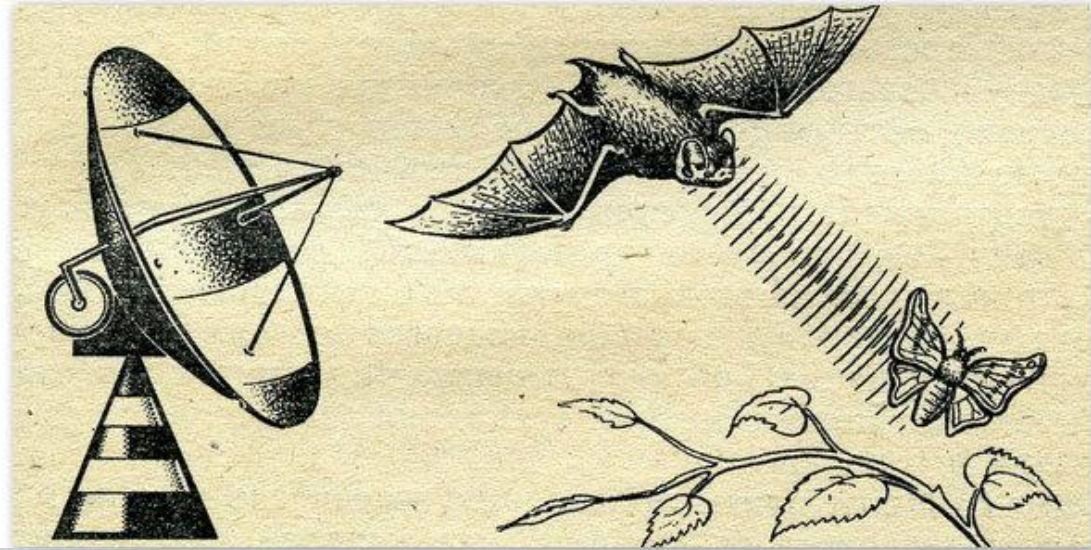


Состав лекции

1. Бионика.
2. Архитектурная бионика.
3. Бионические протезы и импланты.
4. Нейротехнологии.
5. tDCS терапия.
6. BEAM робототехника.
7. Экзоскелеты.



Бионика



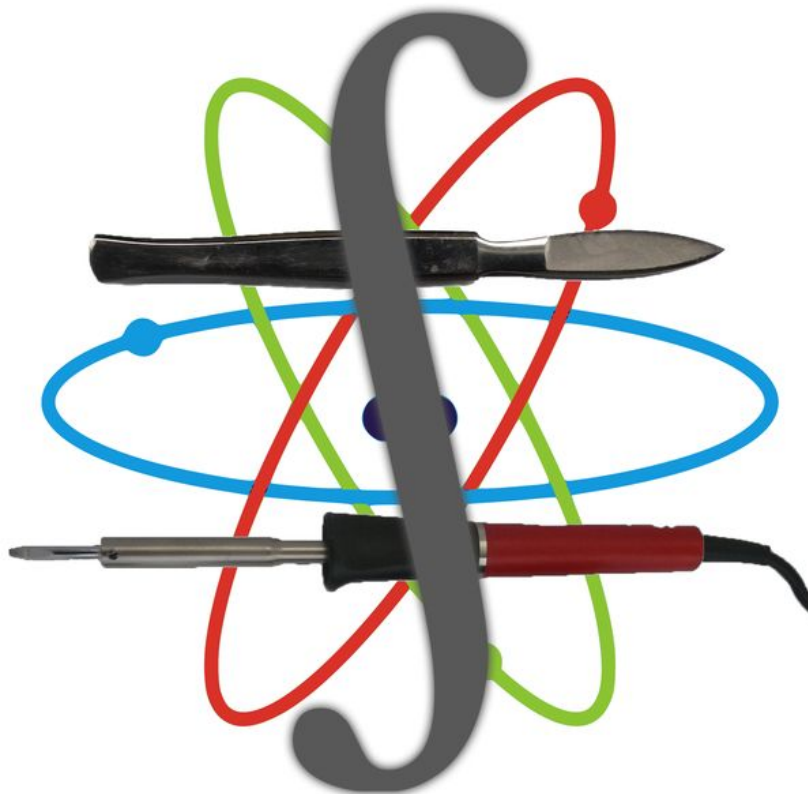
Что такое бионика?

- **Бионика** - это совокупность прикладных наук, которые ставят целью объединение биологии и техники.



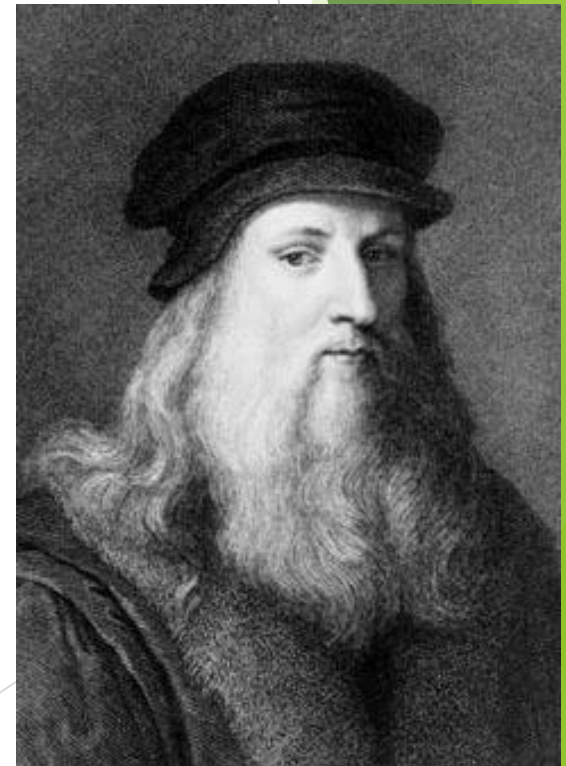
Что такое бионика?

Формальным годом рождения бионики принято считать 1960 г. Учёные - бионики избрали своей эмблемой скальпель и паяльник, соединённые знаком интеграла, а девизом - «Живые прототипы - ключ к новой технике».



Что такое бионика?

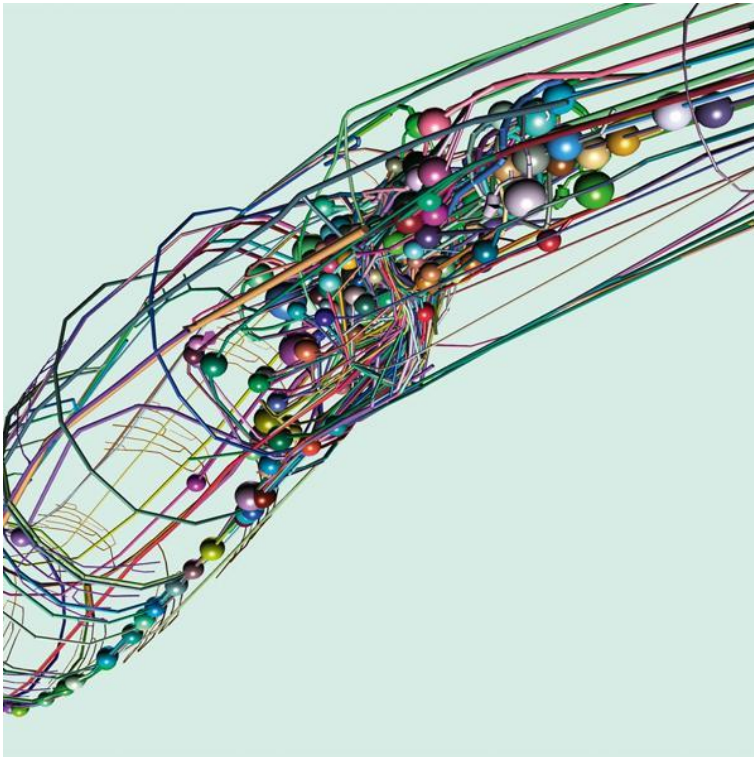
Прародителем бионики считается Леонардо да Винчи. Его чертежи и схемы летательных аппаратов были основаны на строении крыла птицы. В наше время, по чертежам Леонардо да Винчи неоднократно осуществляли моделирование орнитоптера.



Бионика

Основные направления работ по бионике охватывают следующие проблемы:

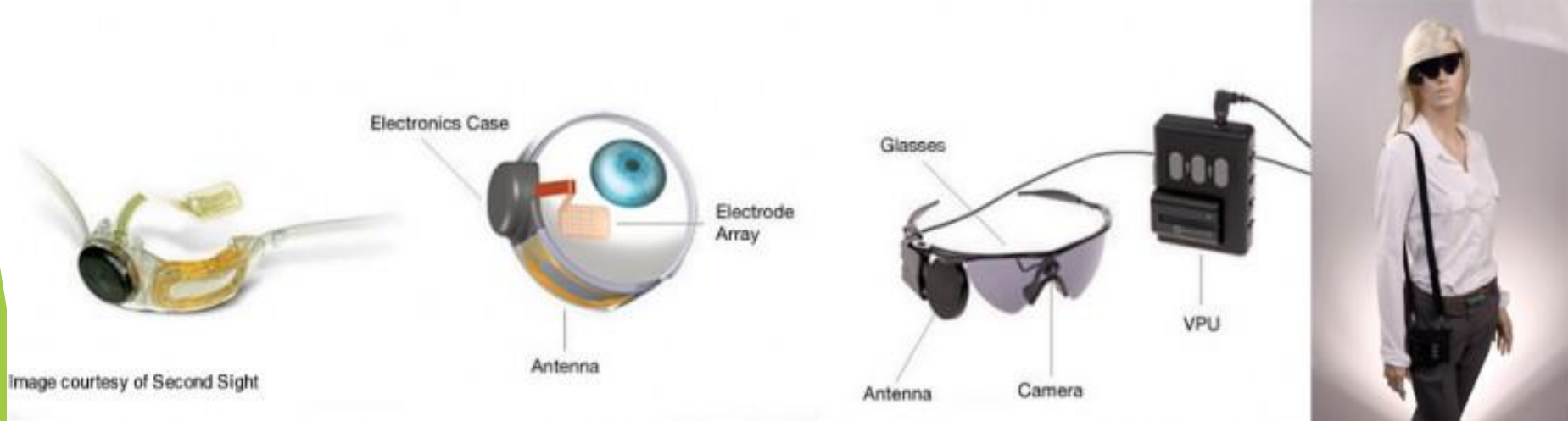
1. Изучение нервной системы человека и животных, а также моделирование нервных клеток (нейронов) и нейронных сетей для дальнейшего совершенствования вычислительной техники и разработки новых элементов и устройств автоматики и телемеханики (нейробионика);



Трёхмерная модель нервной системы нематоды

Бионика

2. 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;



Бионический глаз “Аргус”

Бионика

3. Исследование морфологических, физиологических, биохимических особенностей живых организмов для выдвижения новых технических и научных идей.



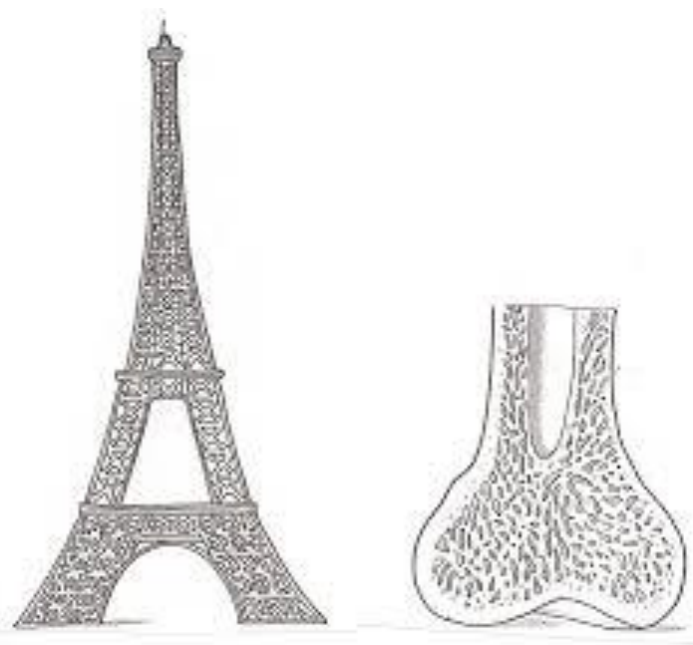
Экзоскелет



Бионическая архитектура

Бионическая архитектура

Архитектурно-строительная бионика изучает законы формирования и структурообразования живых тканей, занимается анализом конструктивных систем живых организмов по принципу экономии материала, энергии и обеспечения надёжности. Яркий пример архитектурно-строительной бионики — полная аналогия строения стеблей злаков и современных высотных сооружений.



Бионическая архитектура

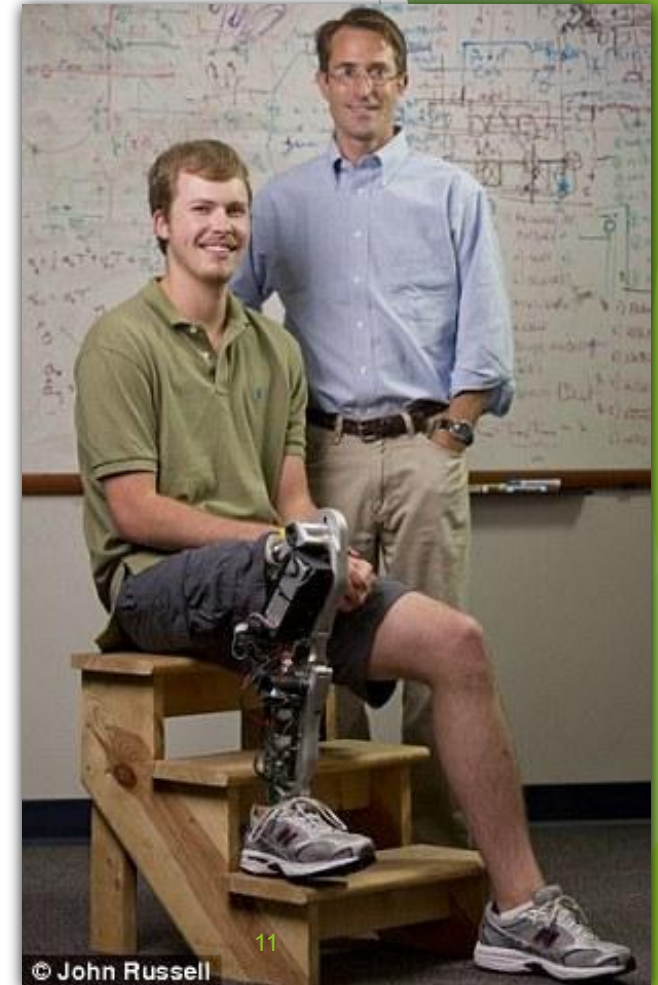


Строения, возведенные в рамках такой концепции, не обязательно должны быть высокотехнологичными башнями.

Протез

Бионические протезы и импланты - одно из направлений, в котором ведутся исследования, связанные с бионикой; одно из самых важных.

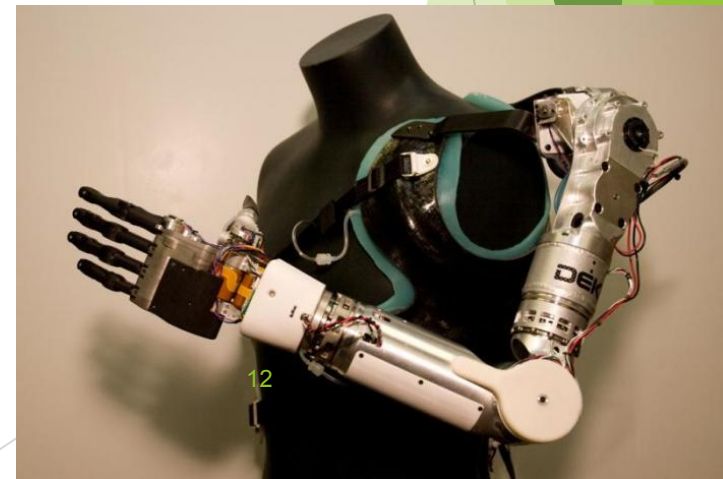
Основная особенность бионических протезов - их способность брать на себя функции утраченных органов и конечностей.



Протезы

ы

- Протезы
 - Пассивные
 - Активные
 - С обратной связью
 - Без обратной связи



Биоэлектрические протезы

рук

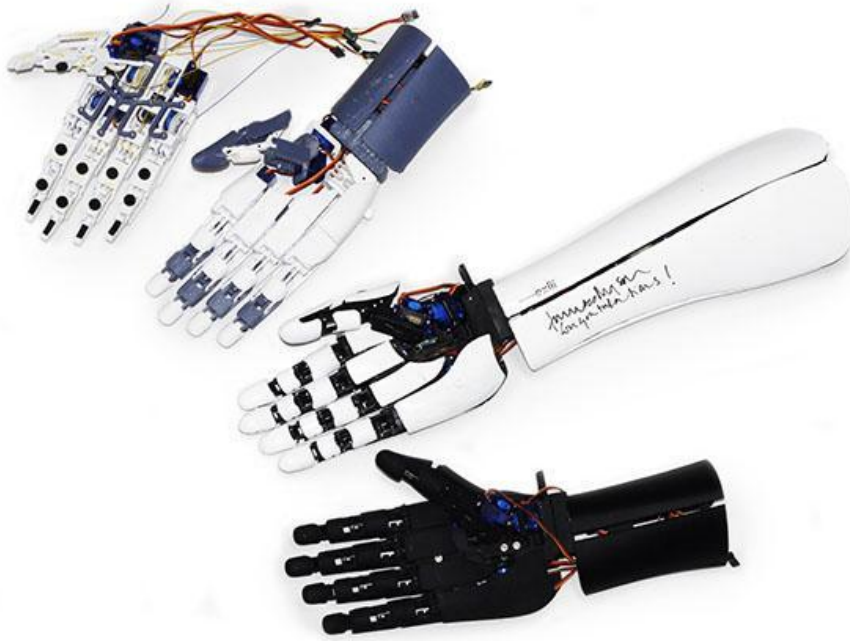
Биоэлектрические (бионические, миоэлектрические протезы) — это протезы с внешним источником энергии (по классификации Минтруда РФ). Управление осуществляется за счёт сигналов, возникающих при сокращении мышц.

В культеприёмную гильзу встроены миодатчики, улавливающие изменение электрического потенциала. Эта информация передаётся на микропроцессор кисти, и в результате протез выполняет определённый жест или хват:

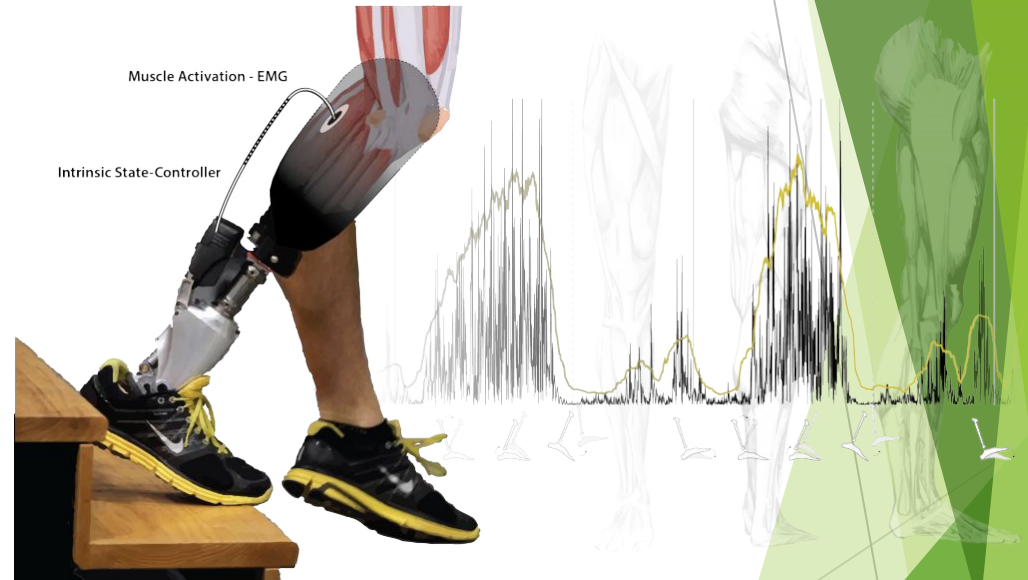


Биоэлектрические протезы

рук Бионические протезы бывают обычными и высокофункциональными. Высокофункциональными считаются протезы, умеющие делать различные хваты, тогда как обычные бионические протезы делают одно основное движение — хват в щепоть.



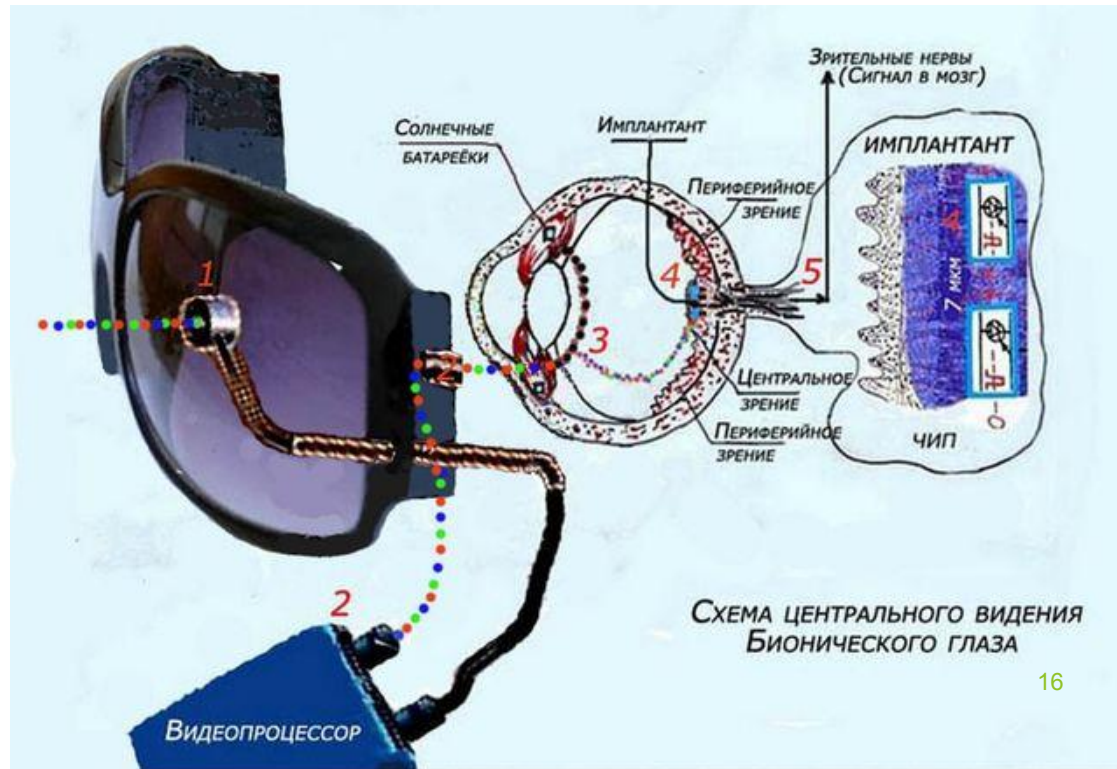
Биоэлектрические протезы НОГ



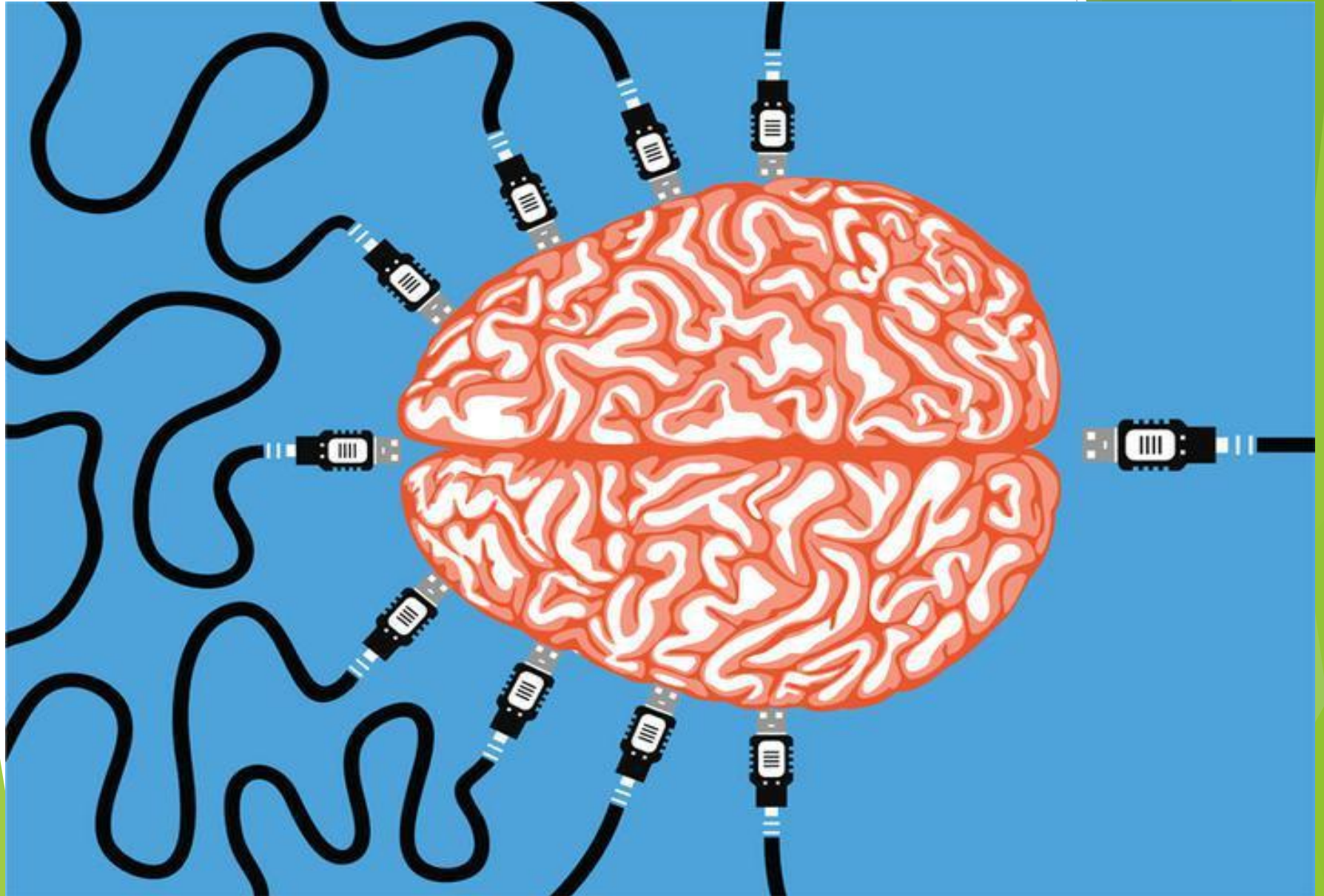
Биоэлектрические

Глаза

Бионический глаз — искусственная зрительная система для восстановления потерянного зрения при некоторых формах слепоты. В глаз с повреждённой сетчаткой, например, при скотоме, вживляют имплантат — протез сетчатки глаза, дополняя сетчатку с оставшимися в ней неповреждёнными нейронами искусственными фоторецепторами.

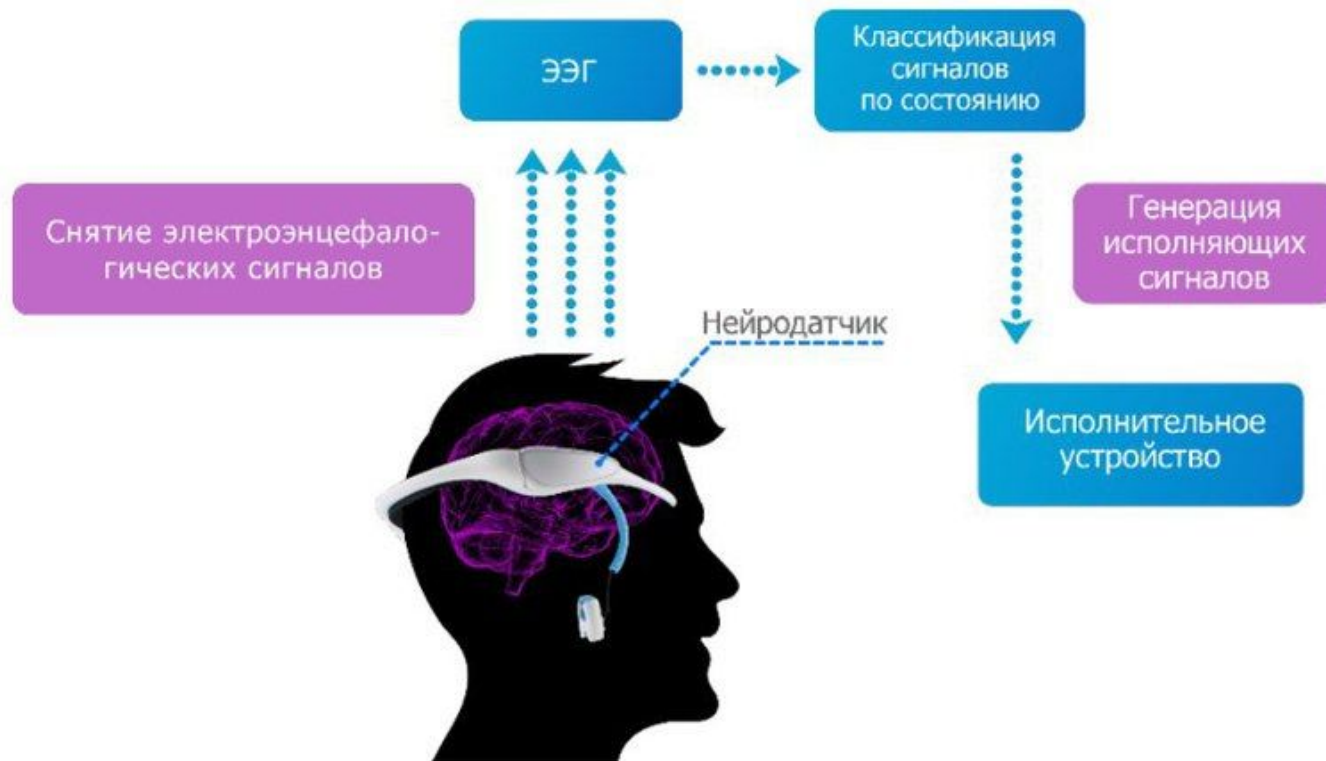


Нейротехнологии



Нейротехнологии

До недавнего времени мечта о возможности контролировать окружающую среду «силой мысли» была в области научной фантастики. Однако продвижение технологий принесло новую реальность: сегодня люди могут использовать электрические сигналы активности мозга, чтобы взаимодействовать с ними, влиять или изменять их среду.



Нейротехнологии

Технология интерфейса «мозг—компьютер» или нейрокомпьютерных интерфейсов сможет позволить людям, неспособным говорить и/или использовать свои конечности, снова общаться или управлять вспомогательными устройствами для ходьбы и манипулирования объектами .

Для чего используют НКИ?

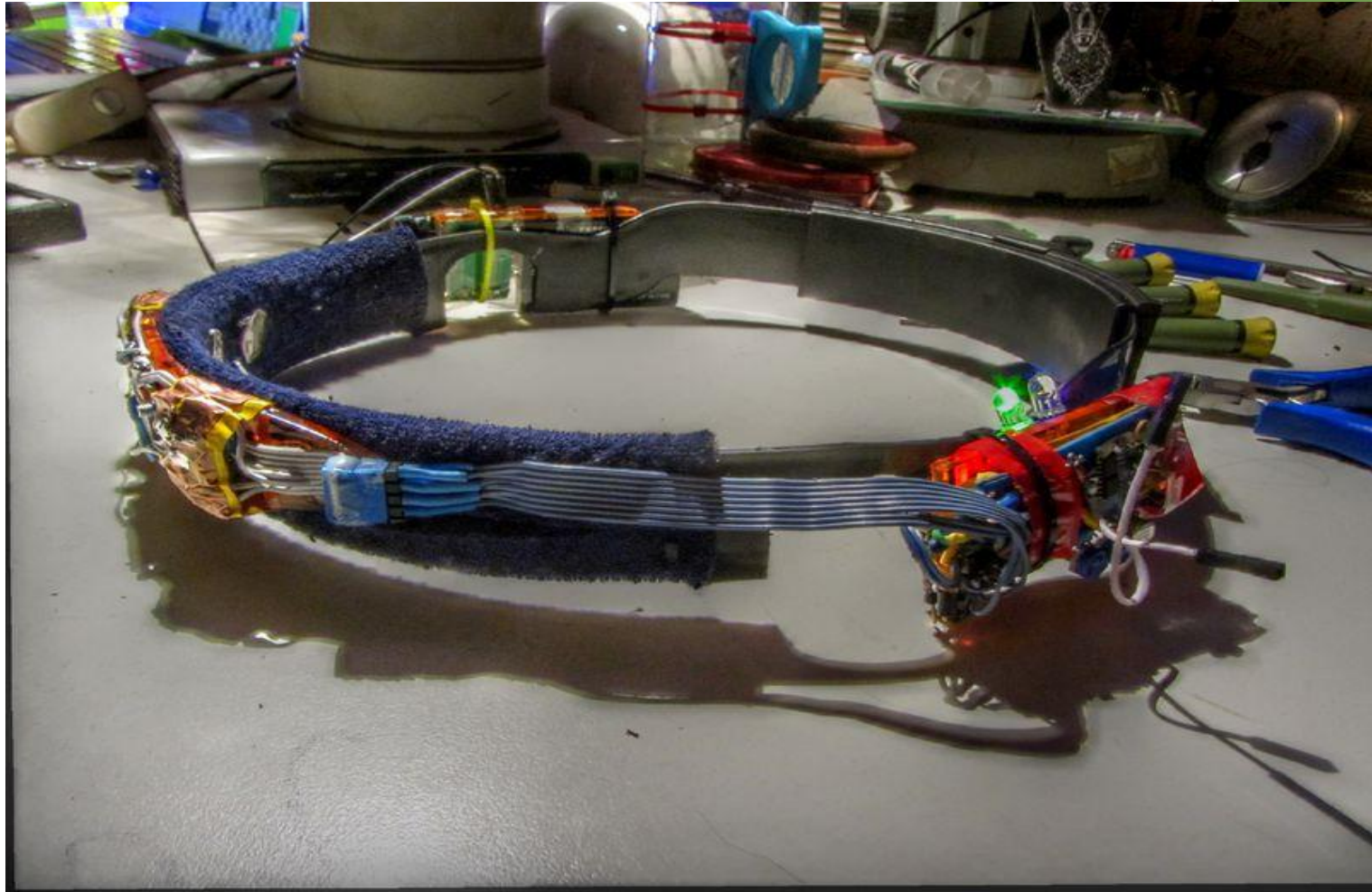
Наука. Открытие сигналов мозга и их связь с деятельностью человека в свое время получило научный вес, сравнимый с исследованиями ДНК и расшифровкой генома человека.

Медицина. Нейропротезы считаются стандартным методом решения проблемы потери слуха. Также это один из основных методов управления протезами рук или ног.

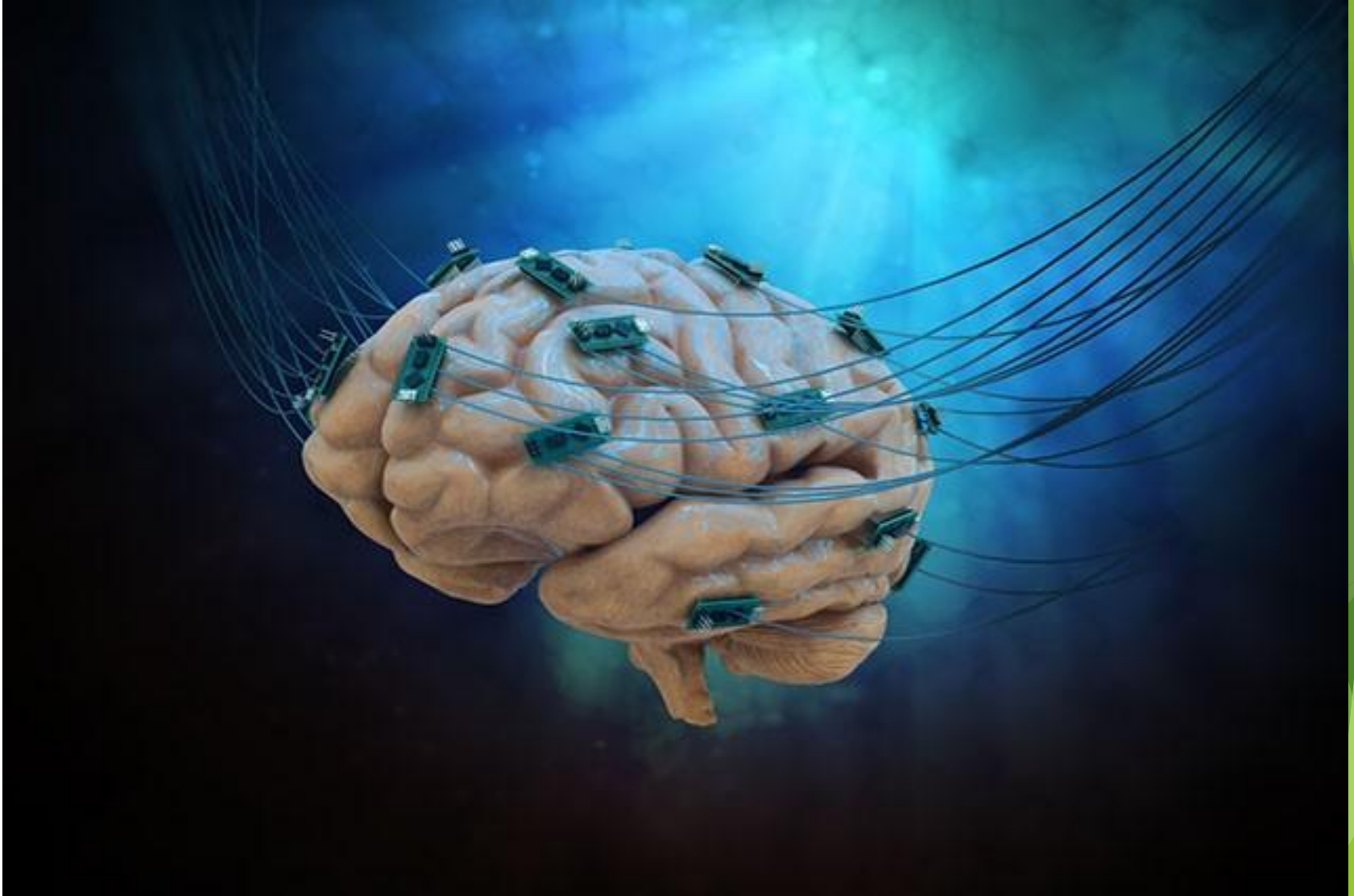
Развлекательная и игровая индустрии. С 2012 года произошел бум НКИ в игровой индустрии: от «перетягивания каната», а точнее, шарика в устройстве MindBall до управления шариком в тубе в Star Wars Force Trainer.

Нейротехнологии

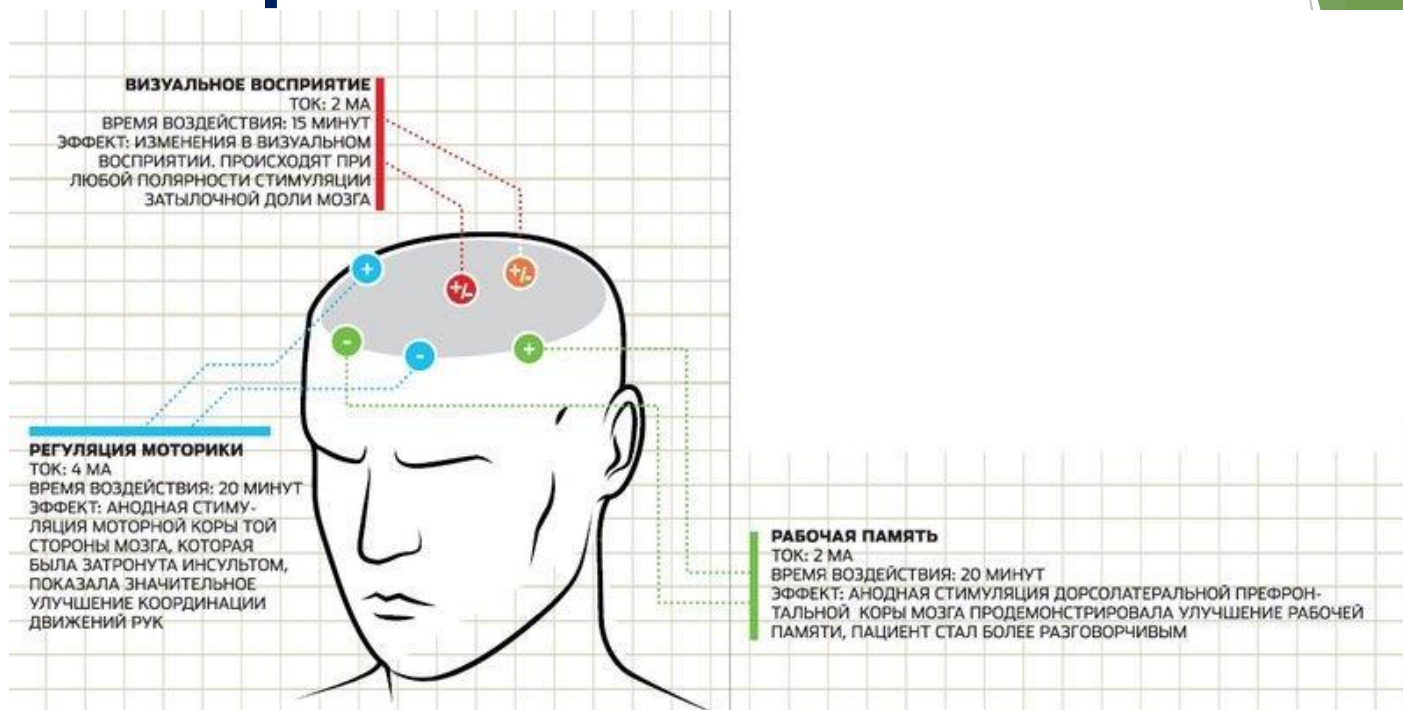
Технологии таких интерфейсов настолько хорошо развились что уже доступны для репликации почти каждому.



tDCS терапия



tDCS терапия



Механизм, лежащий в основе действия tDCS довольно прост. К голове прикладываются электроды, через которые проходит слабый ток постоянной силы (1-2 миллиампера), воздействующий на определенные участки мозга. Сила тока оказывается слишком мала, чтобы активировать нейроны. Однако все же она существенно меняет их физиологическое состояние, делая их более или, наоборот, менее склонными к активации, в зависимости от типа воздействия.

tDCS терапия

Анод

Анод, или положительно заряженный электрод, может стимулировать нейронную активность в различных частях мозга.

Катод

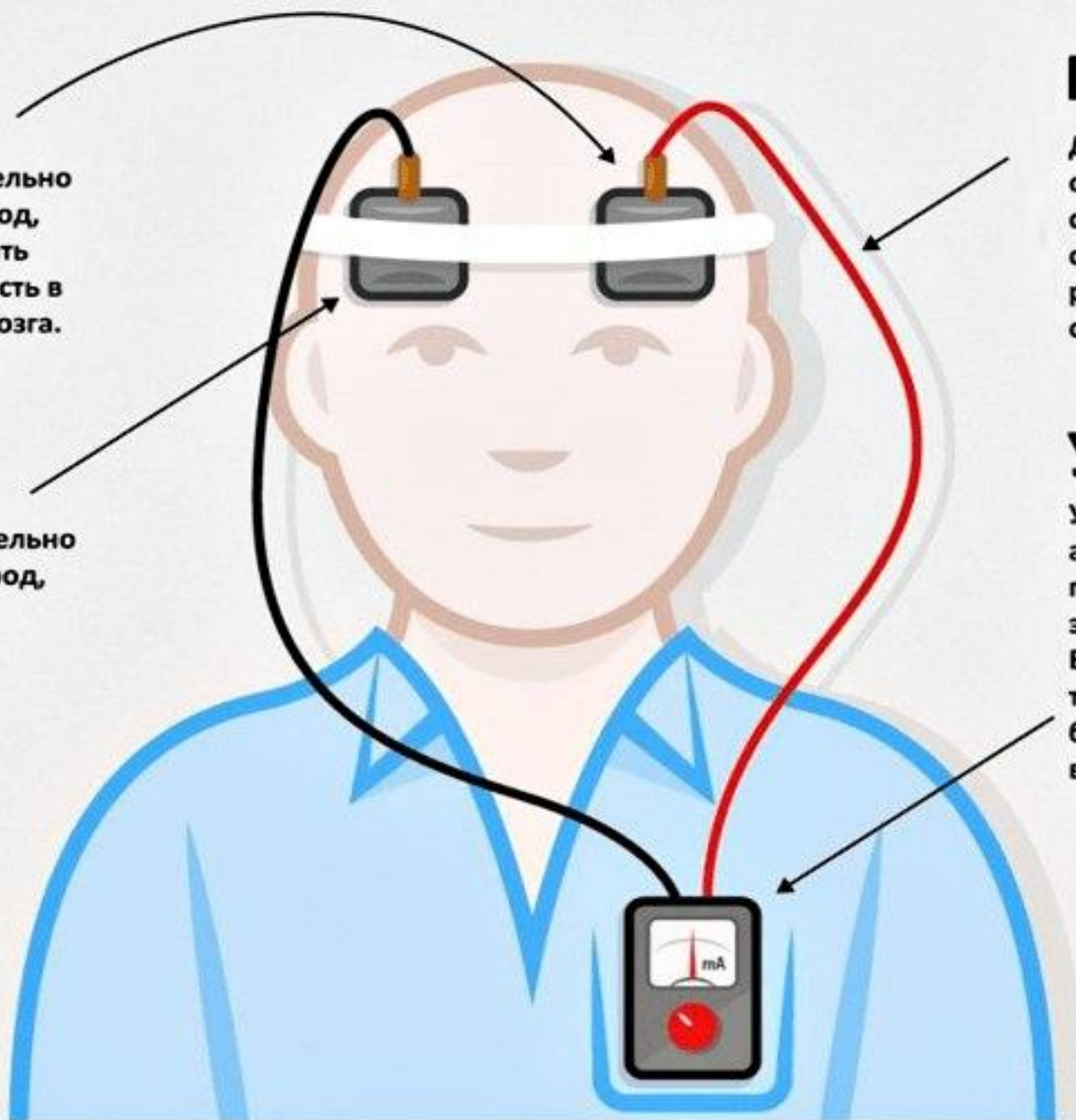
Катод, или отрицательно заряженный электрод, может подавлять активность клеток головного мозга.

Провода

Два электрода могут обеспечивать разные виды стимуляции, в зависимости от того, где они расположены. Вместе они образуют замкнутую цепь.

Устройство

Устройство с питанием от аккумуляторной батареи подает постоянный электрический ток до 2 мА. Было показано, что ток такой силы можно безопасно использовать вплоть до 30 минут в день.



Применение tDCS терапии

Варианты применения tDCS очень разнообразны, и, по сути, ограничиваются только знанием функций различных областей мозга. Вот некоторые из них:

1. Обучение и память

(В 2010 году исследовательская группа из Нью-Мексико провела громкое исследование, где показала, что tDCS ускоряет обучение программе, разработанной специально для подготовки американских солдат.

В 2011 году появилось сообщение о том, что электростимуляция успешно улучшает обучаемость американских пилотов.)

2. Пристрастия

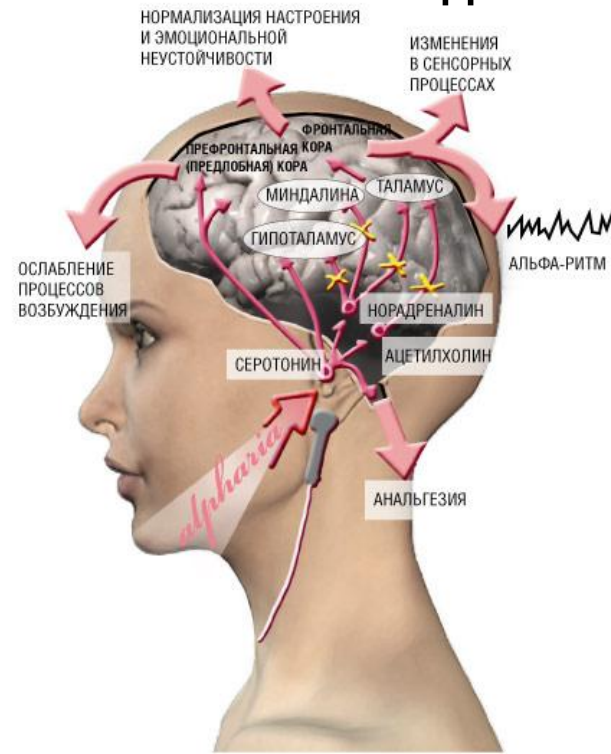
(Другой интересной возможностью электростимуляции является снижение зависимостей, например, от вкусной еды. Также предполагается, что tDCS помогает и от других зависимостей – от никотина, алкоголя, марихуаны и даже кокаина.)

Применение tDCS терапии

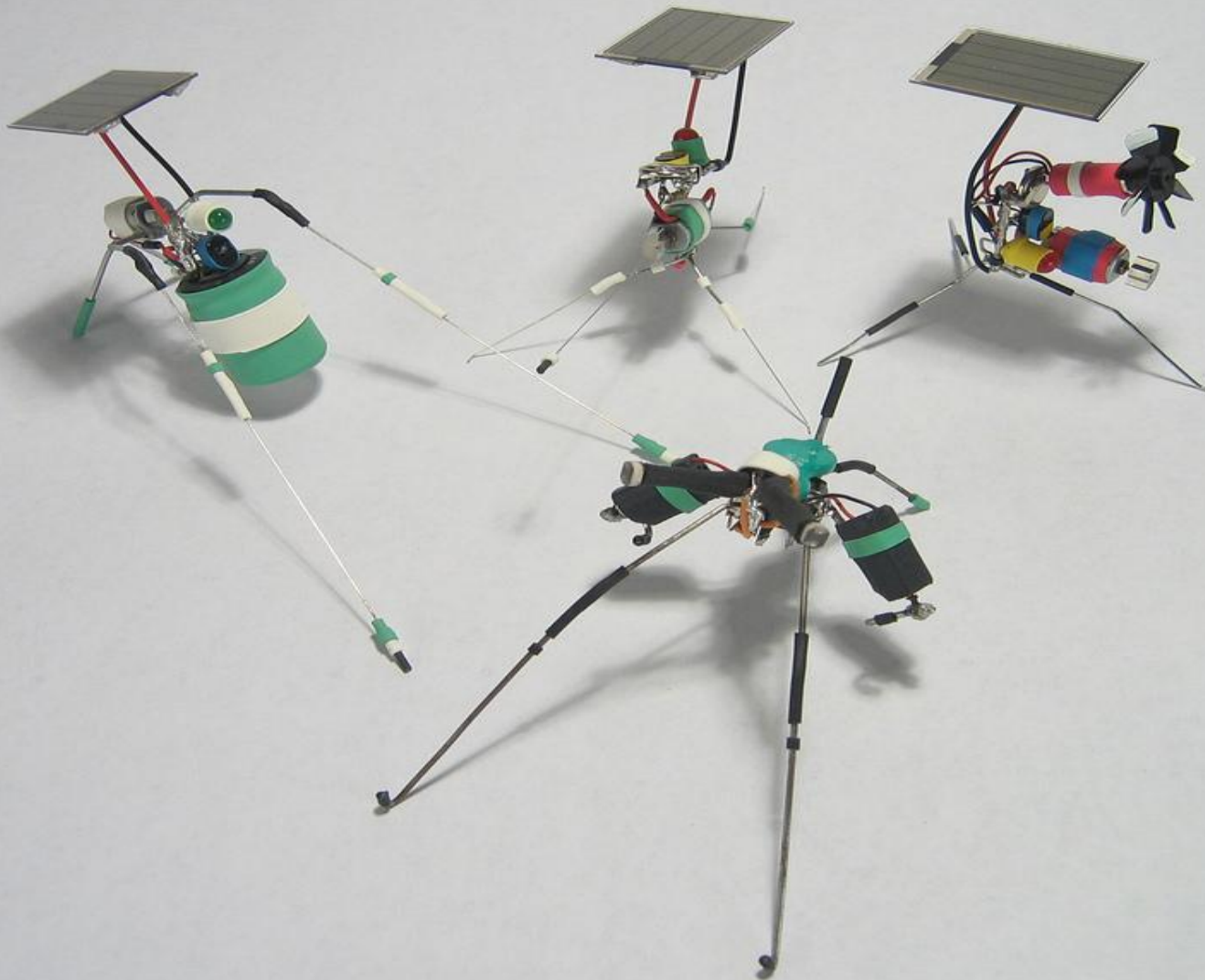
3. Лечение депрессии

(tDCS успешно применяется и для лечения депрессии. Причем, электростимуляция эффективна даже в случае тяжелых форм - острой и резистентной. В результате tDCS стимулируется выработка «гормонов счастья» — эндорфина и серотонина.)

4. Эмпатия, риск и безопасное вождение



ВЕАМ робототехника



BEAM робототехника

Концепция BEAM-роботов, предложенная Марком Тилденом, состояла в том, что реакция на внешние факторы должна обеспечиваться на первом этапе самой машиной, без участия какого-либо "мозга", как это происходило и в живой природе, на пути от простейших к человеку. По этому же пути должно идти совершенствование и создание более сложных систем, своего рода "робогенетика" через "робобиологию"

Заимствуя эволюционные идеи у природы, Тилден решил создавать простых роботов, которые были бы похожи на живых существ и управлялись преимущественно нейронными цепями. Новый подход был назван **BEAM**, что означает:

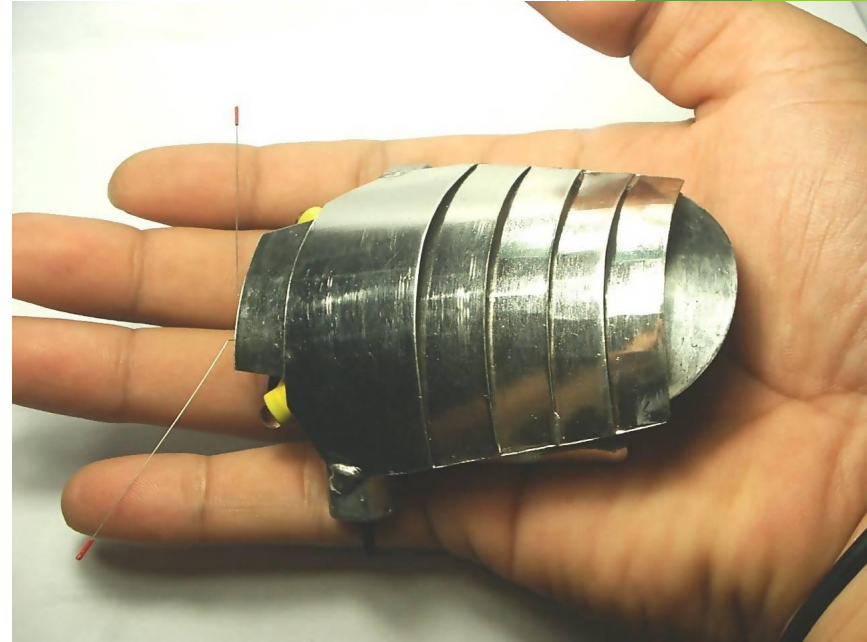
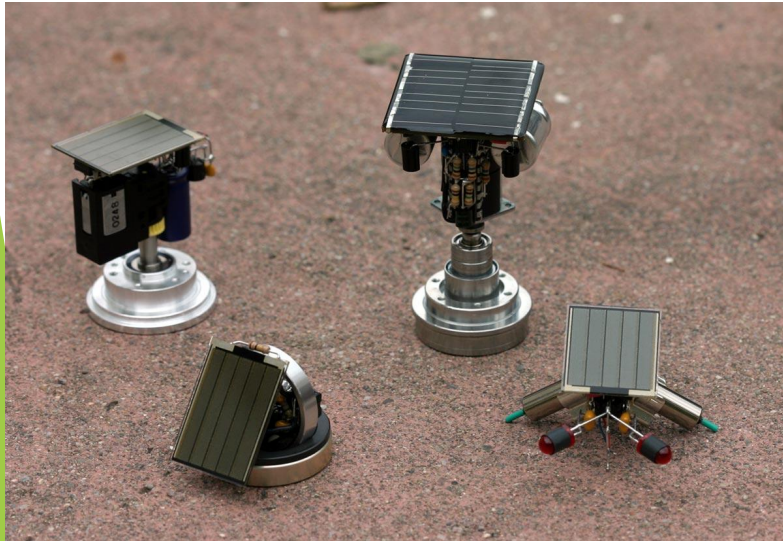
Biology (Биология),
Electronics (Электроника),
Aesthetics (Эстетика),
Mechanics (Механика).



Классификация ВЕАМ роботов

ВЕАМ роботы зачастую обладают лишь одним чувством, на основе которого они и принимают свои примитивные решения. Так, выделяют четыре основных типа:

- аудиотропы (audiotropes) - реагирующие на звук;
- фототропы (phototropes) - реагирующие на свет;
- радиотропы (radiotropes) - реагирующие на источники радио-излучения;
- термотропы (thermotropes) - реагирующие на тепло.



Классификация ВЕАМ роботов

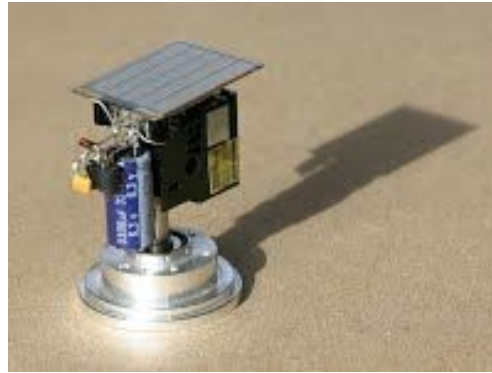
Имеется и еще одна классификация, касающаяся физических принципов движения:

- **сидячие (sitters)** - стационарные роботы, выполняющие простые действия;
- **шевелиющиеся (squirmers)** - также стационарные роботы, но выполняющие более сложные движения, типа махания флагом или вращения головы по направлению к источнику света;
- **ползающие (sliders)** - использующие те же принципы движения что и змеи и черви;
- **карабкающиеся (crawlers)** - роботы на гусеничном ходу, а также роботы передвигающиеся путем перетаскивания своего тела с места на место с помощью конечностей;
- **прыгающие (jumpers)** - использующие вибрацию для движения, либо прыгающие в прямом смысле;
- **катающиеся (rollers)** - колесные роботы и роботы-шары, а также прочие роботы движение которых основано на качении;
- **шагающие (walkers)** - роботы передвигающиеся с помощью моторизированных конечностей, подобно членистоногим насекомым;
- **плавающие (swimmers)** - плавающие роботы;
- **летающие (fliers)** - летающие машины, использующие пропеллеры, крылья или воздушные шары;
- **взбирающиеся (climbers)** - роботы карабкающиеся по вертикальным поверхностям и канатам.

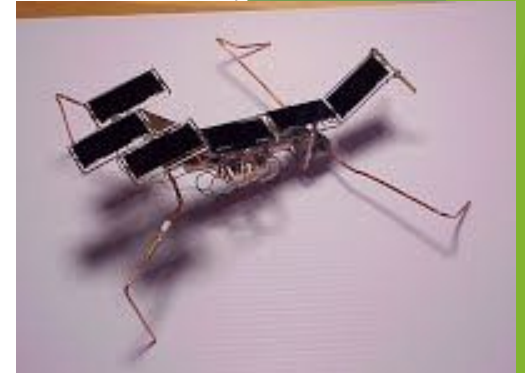
Классификация ВЕАМ роботов



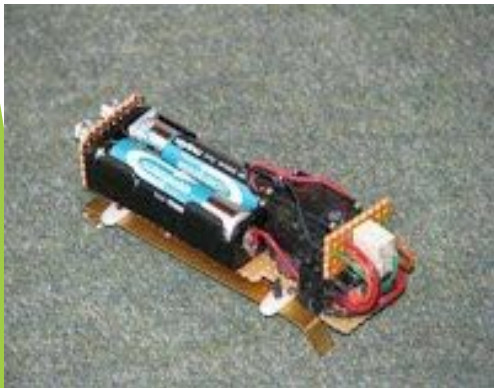
Сидячий робот типа "маяк". Накапливает заряд от солнечной батареи и тратит его на свечение светодиода.



Squirmar-бот типа "башка". С помощью фотодиодов ищет наиболее освещаемое направление и поворачивает туда солнечную батарею.



Шагающий робота на солнечных элементах.



Карабкающийся (взбирающийся) по ковру робот



Ползающий робот Марка Тилдена.



Роллер-бот из с дисками от НЖМД накопителя в качестве колес.

BEAM роботы

Само употребление термина «робот» в данном случае некорректно. Более точно использование слово «Биоморф» т.к. они нацелены на автономное выживания (как живые организмы), а не на выполнения каких-то задач

Три принципа BEAM роботехники, отличающихся от Азимовских:

- защищать себя,

- кормить себя,

- найти себе безопасное место и лучший источник питания.

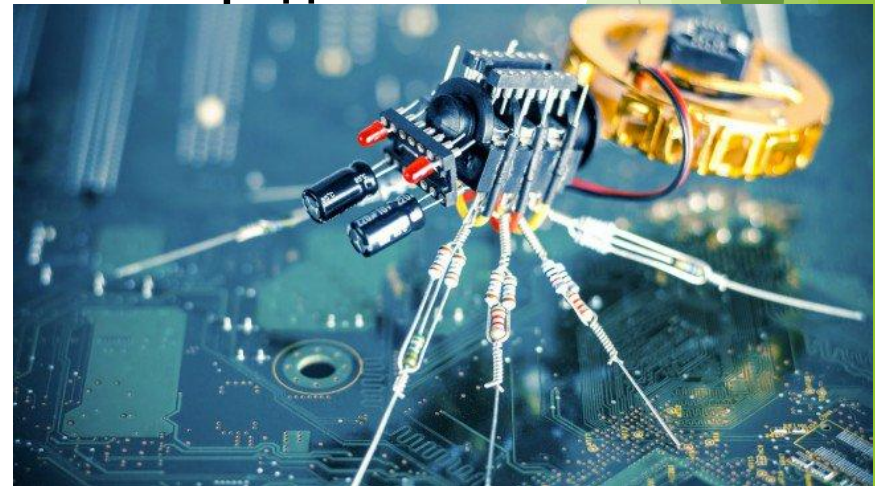
ВЕАМ роботы

Три уровня развития биоморфов.

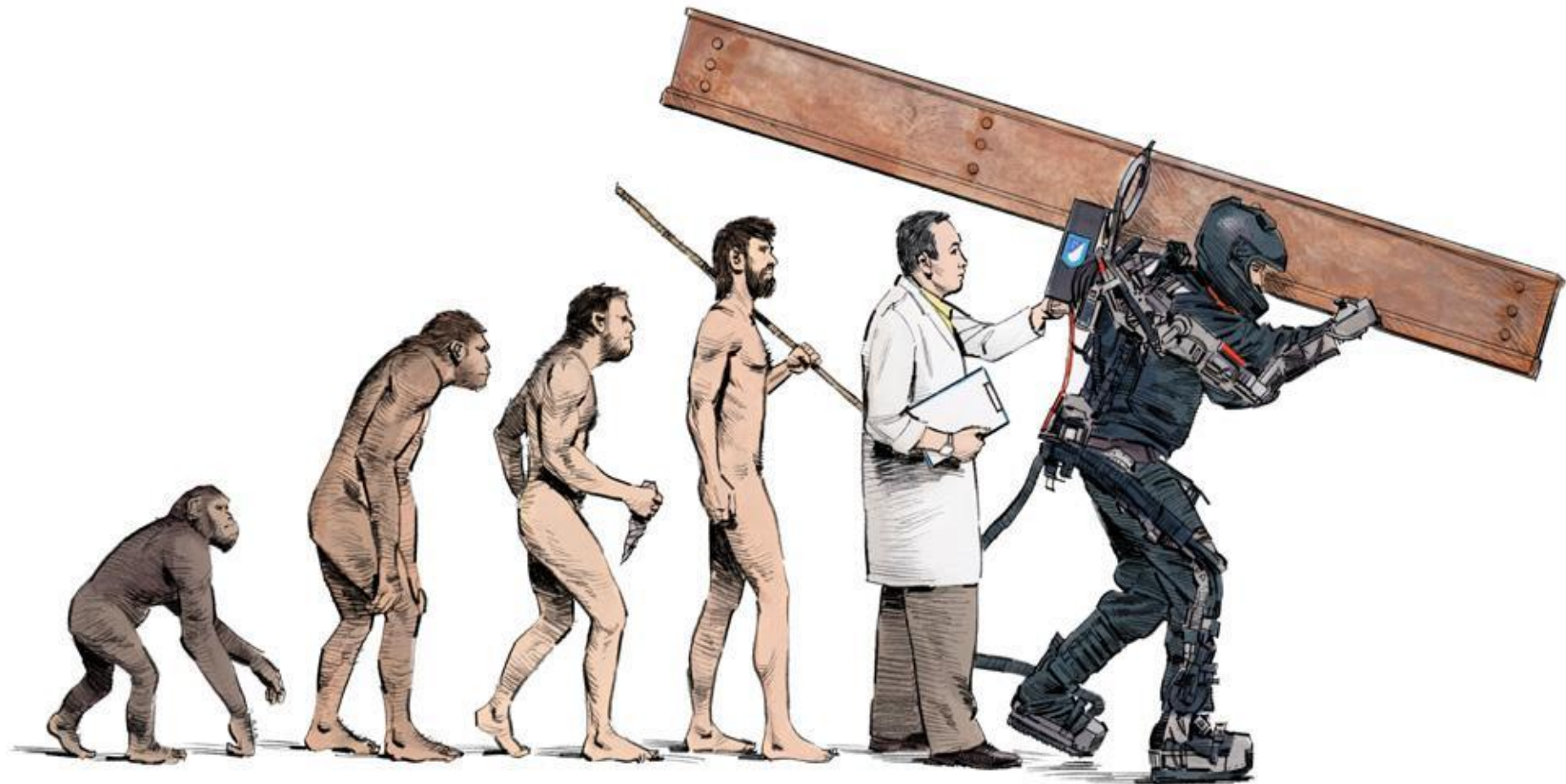
Сначала - использование энергии (встать и двигаться).
Второй этап - передвижение. Далее - интеграция чувств, способность обнаруживать свет, звук и тепло. Тилден утверждает, что подавляющее большинство биологических существ на Земле не вышло за пределы этих трех уровней.

Тилден считает, что добавление микропроцессоров в память биоморфов сделает их равными простейшим животным.

Единственное, чего биоморфы лишены по определению - это способность размножаться.



Экзоскелет ы



Экзоскелет

Экзоскелетом сегодня называют внешнюю систему каркасов и приводов, предназначенную для увеличения физических возможностей или же для дублирования повреждённой опорно-двигательной системы человека



Применение

ЭКЗОСКЕЛЕТОВ

Промышленность

- Проведение погрузочно-разгрузочных работ на промышленных объектах, в строительстве и сельском хозяйстве

Ликвидация последствий ЧС

- Разбор завалов в случаях, когда подвод крупногабаритной техники к месту ЧС затруднён или вообще невозможен
- Возможность установки дополнительного поискового и медицинского оборудования

Медицина

- Реабилитация после травм опорно-двигательного аппарата
- Самостоятельное передвижение людей с ограниченными возможностями

Типы экзоскелетов

- **Экзоскелеты**

- **Лёгкий экзоскелет**

- (Медицинское и реабилитационное применение)

- **Тип А**

(С костылями)

- **Тип Б**

(Без костылей)

- **Средний экзоскелет**

- (Промышленность, сельское хозяйство и МЧС)

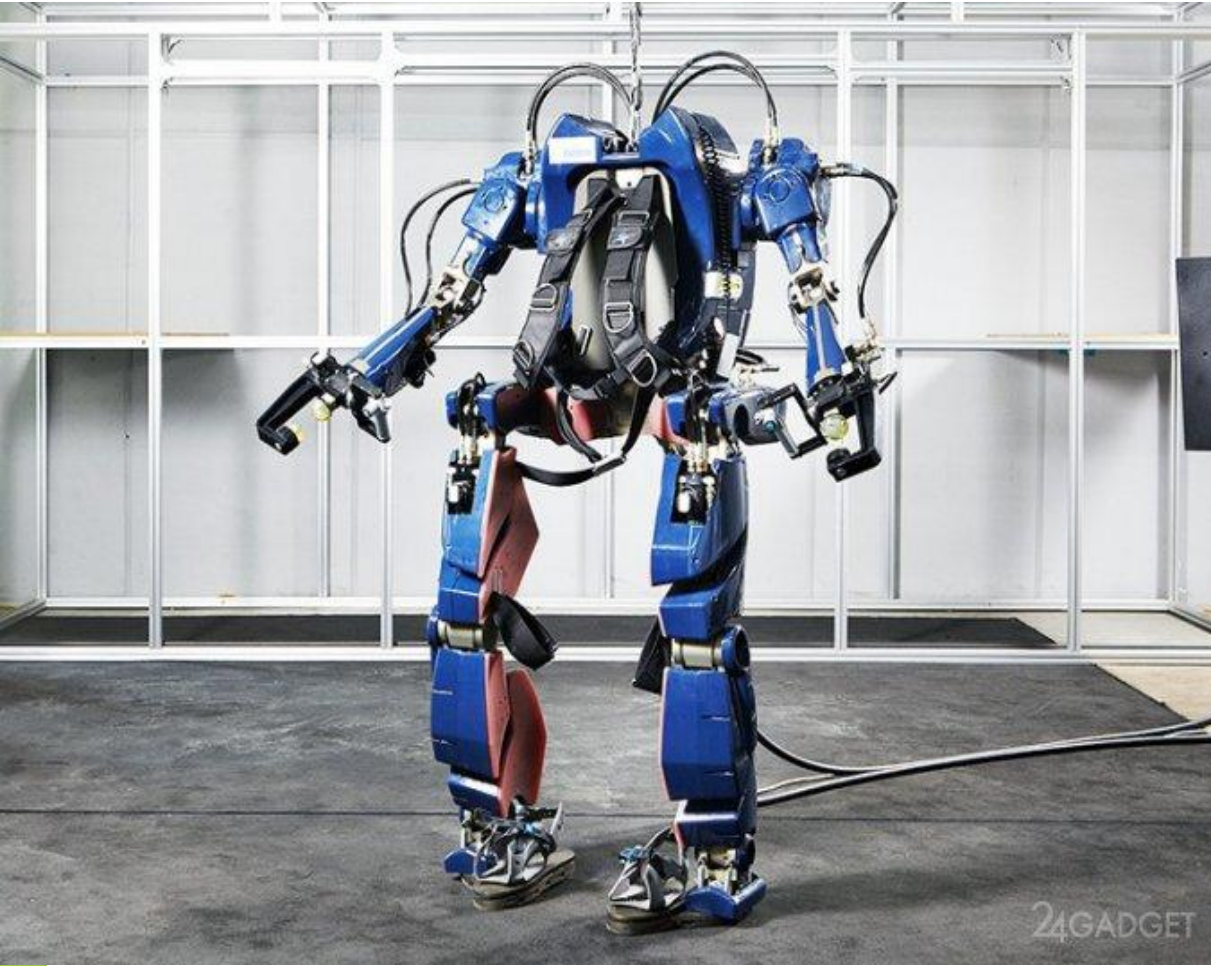
- **Тяжёлый экзоскелет**

- (Военное и охрannое применение)

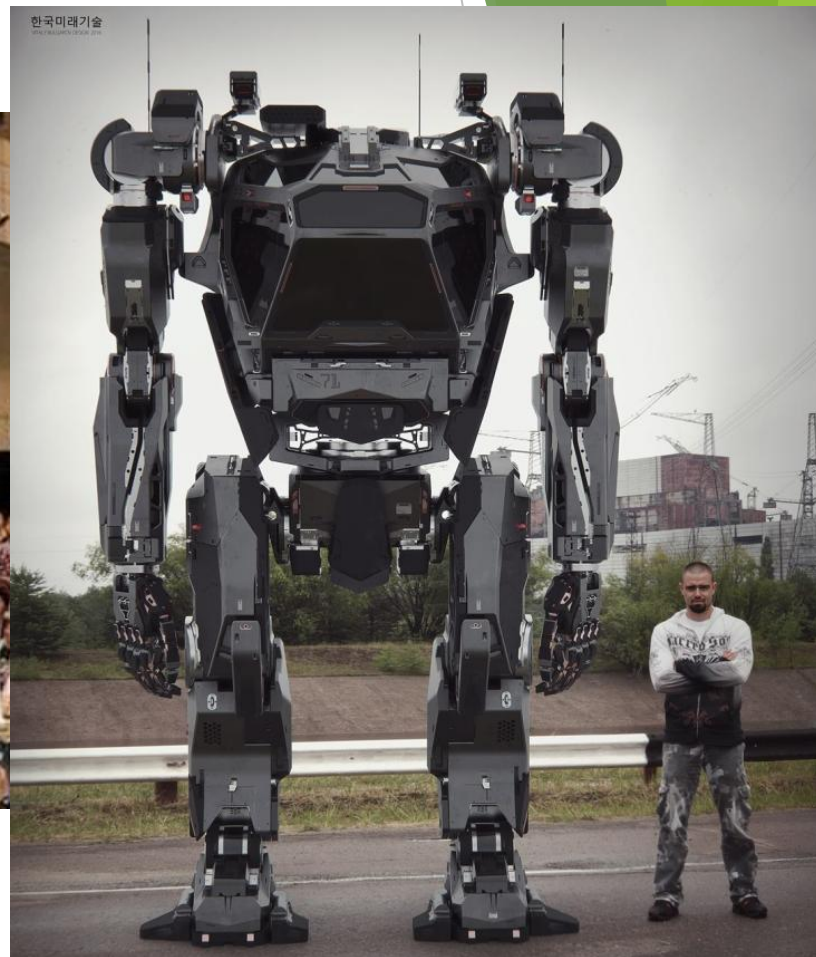
Медицинский (лёгкий) экзоскелет



Силовой (средний) экзоскелет

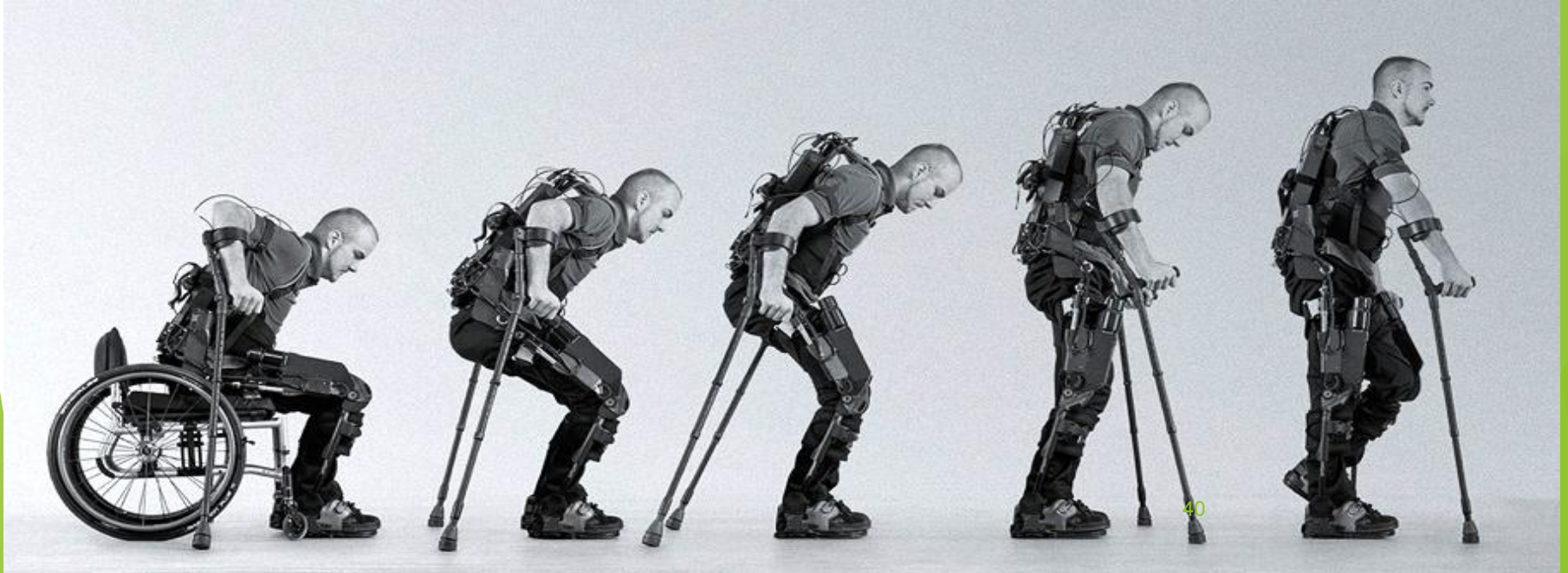


Защитный (тяжёлый) экзоскелет



Медицинский

Одна из модификации экзоскелета - медицинская. Предназначен такой экзоскелет для использования его людьми с ограниченными физическими возможностями, а именно инвалидами или пациентами с парализованными или повреждёнными нижними конечностями для самостоятельного перемещения или адаптации.



Медицинский ЭКЗОСКЕЛЕТ

А



- ✓ облегчённый вариант для задач реабилитации клиентов клиник;
- ✓ управление с помощью наклона тела и вспомогательных костылей;
- ✓ для эксплуатации не требуется обучение;

Медицинский экзоскелет

Б

- ✓ полноценно реабилитирующий медицинский экзоскелет;
- ✓ ручное управление;
- ✓ большой вес из-за отсутствия костылей;
- ✓ цена в ~5 раз больше, чем у моделей А ;



Медицинский

В России данное направление представлено 2 проектами: Экзоатлет, Экзолайт. Оба проекта уже предлагают свою продукцию.



Медицинский ЭКЗОСКЕЛЕТ

Реабилитирующий медицинский
экзоскелет PG-06-M

Алюминиевый каркас и металлическая обшивка

Ручное/гироскопическое и голосовое
управление

Приводы - сервомоторы с линейным
редукторами

Железная обшивка

Цена в ~7 раз меньше, чем у конкурентных
моделей

Автономность 1-2 часа



Медицинский экзоскелет

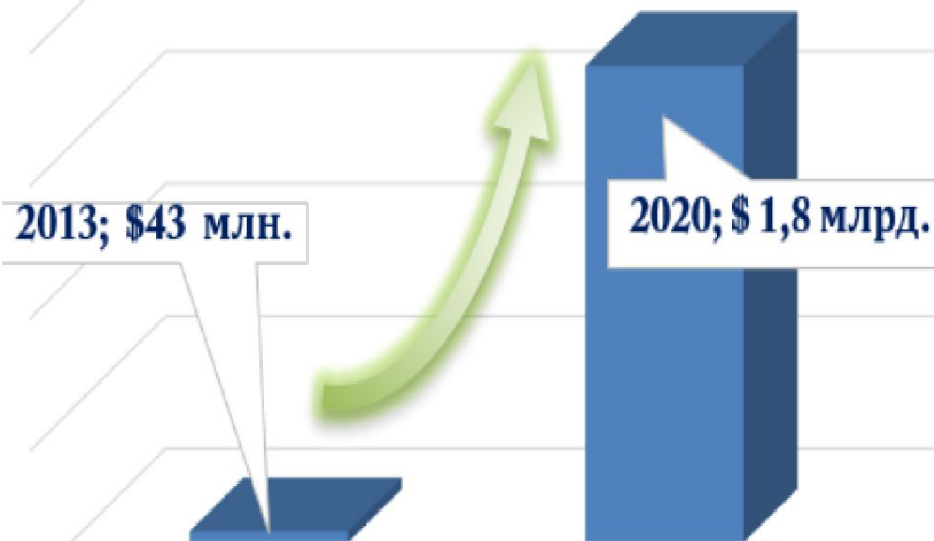


• Ekso Bionics, США	• Argo Medical Technologies, Израиль	• Rex Bionics, Новая Зеландия	• Parker Hannifin, США	• «Экзороботикс», Россия	• Cyberdyne, Япония
📦 23 кг	📦 21 кг	📦 48 кг	📦 12 кг	📦 15 кг	📦 12 кг
🕒 3 часа	🕒 4 часа	🕒 2 часа	🕒 4-6 часов	🕒 4-6 часов	🕒 1,5 часа
💰 \$110 000	💰 \$80 000	💰 \$150 000	💰 \$75 000	💰 \$42 000	💰 \$24 000 в год

Рынок медицинских экзоскелетов

Количество потенциальных пользователей медицинских экзоскелетов в России составляет около одного миллиона человек.

Частные и государственные центры реабилитации людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата.



Прогнозируемый объём роста мирового рынка медицинских экзоскелетов

Промышленный экзоскелет

Средний экзоскелет. Вариант, предназначенный для промышленного применения, а также для использования в системе МЧС



Промышленный

экзоскелет

Промышленные экзоскелеты уже применяются на автомобильных заводах BMW и на многих других в Европе. Получили распространение и в южной Корее. В России пока не применяются.



Силовой экзоскелет

Прототип PG-02-A :

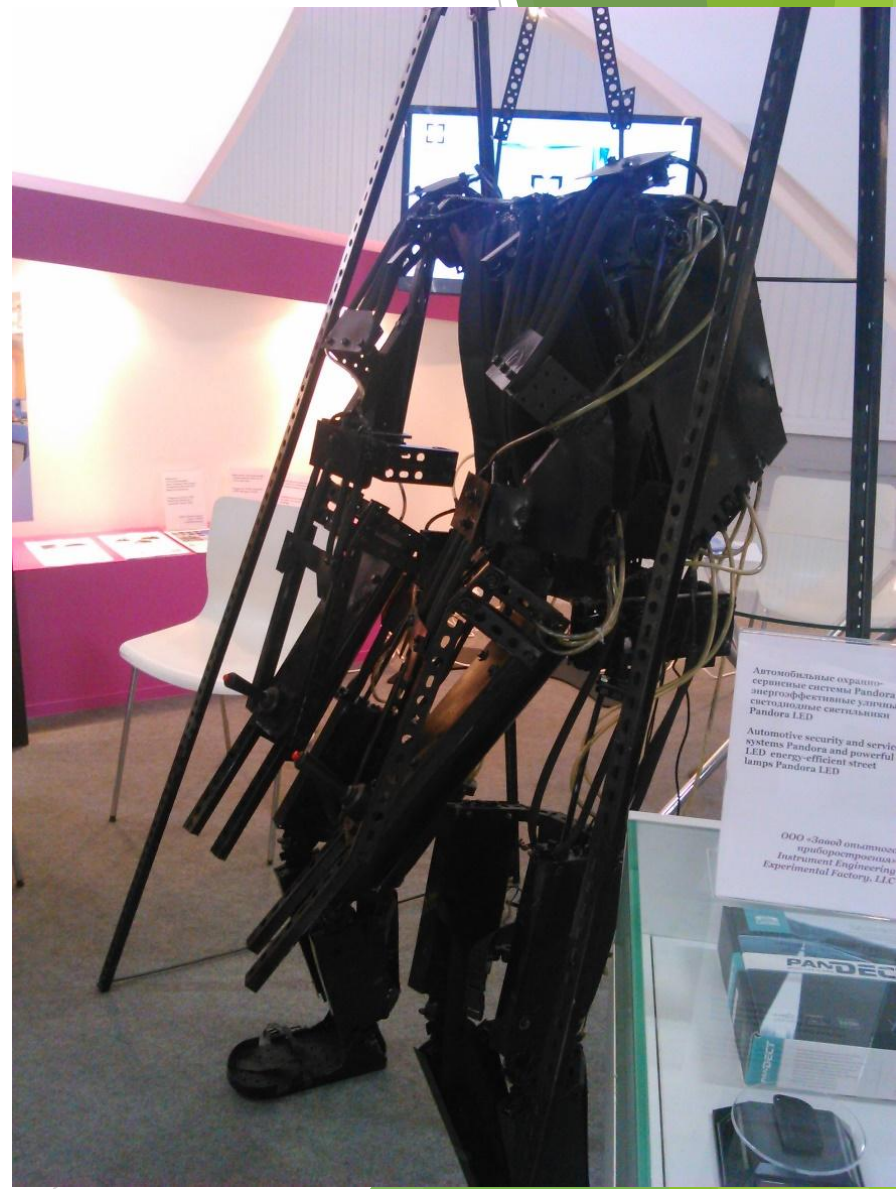
Тяжелый стальной каркас

Ручное управление

Пневматические приводы - пневмомускулы

Полиэтиленовая (ПЭТ) обшивка

Возможность подключения пневматического оборудования



Силовой экзоскелет



Экспериментальный образец PG-08-EF :

Облегченный алюминиевый каркас

Ручное управление

Пневматические приводы - пневмомускулы

Железная обшивка

Возможность быстрого ремонта и
модификации

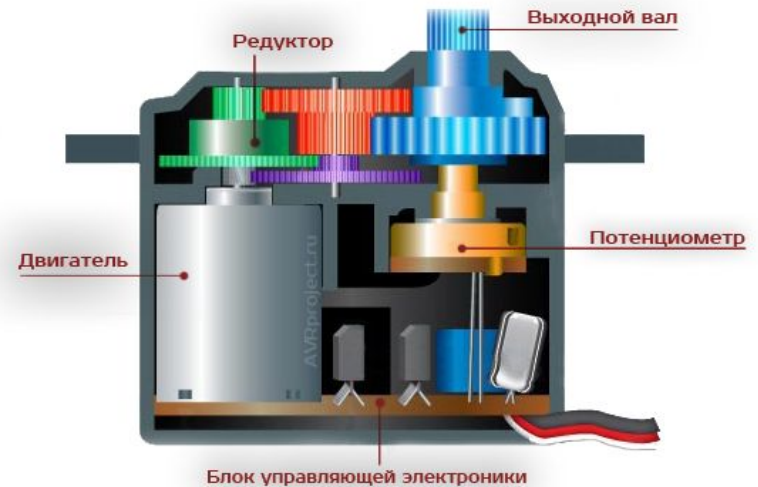
Экзоскелет для МЧС

Одним из направлений разработки экзоскелетов является разнообразные системы для МЧС и подобных структур. К подобным моделям предъявляются свои специфичные требования, например, чтобы экзоскелет мог быстро сниматься и отбрасываться, выдерживал влагу, высокую температуру и другие вредные для механизмов воздействия.



Принципы работы экзоскелетов

- 1. Сервоприводные экзоскелеты.
- Сервопривод - привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий в составе датчик положения, скорости, усилия и т. п.) и блок управления приводом, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему сигналу.



Сервоприводные экзоскелеты



- Большое энергопотребление
- Сложность в разработке
- Высокая точность работы
- Очень тяжелое обслуживание и хрупкость конструкции
- Дороговизна
- Малый вес и размеры по сравнению с другими моделями

Принципы работы экзоскелетов

- 2. Гидравлические экзоскелеты.
- Гидроприводом называется совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение механизмов и машин посредством рабочей жидкости, находящейся под давлением, с одновременным выполнением функций регулирования и реверсирования скорости движения выходного звена гидродвигателя.

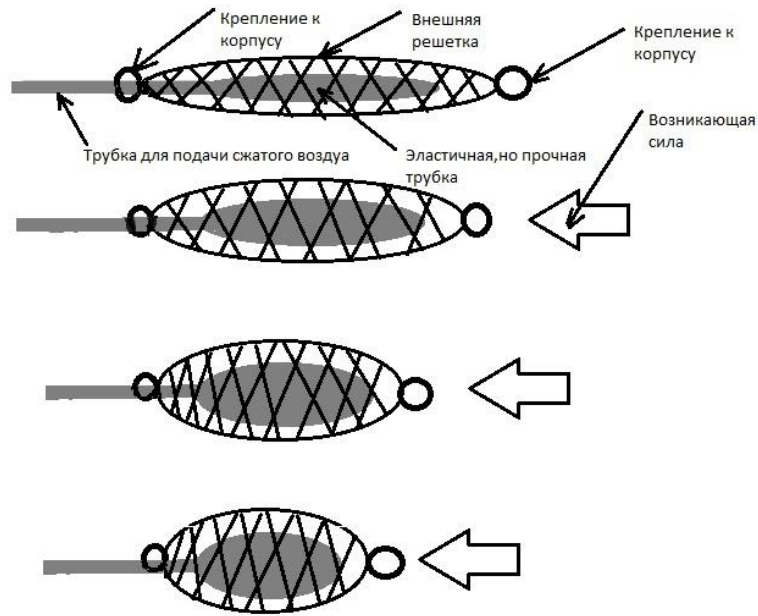


Гидравлические экзоскелеты

- Большое энергопотребление
- Простые в разработке
- Высокая точность работы
- Очень массивные
- Опасны в случае аварии
- Не требовательны в обслуживании

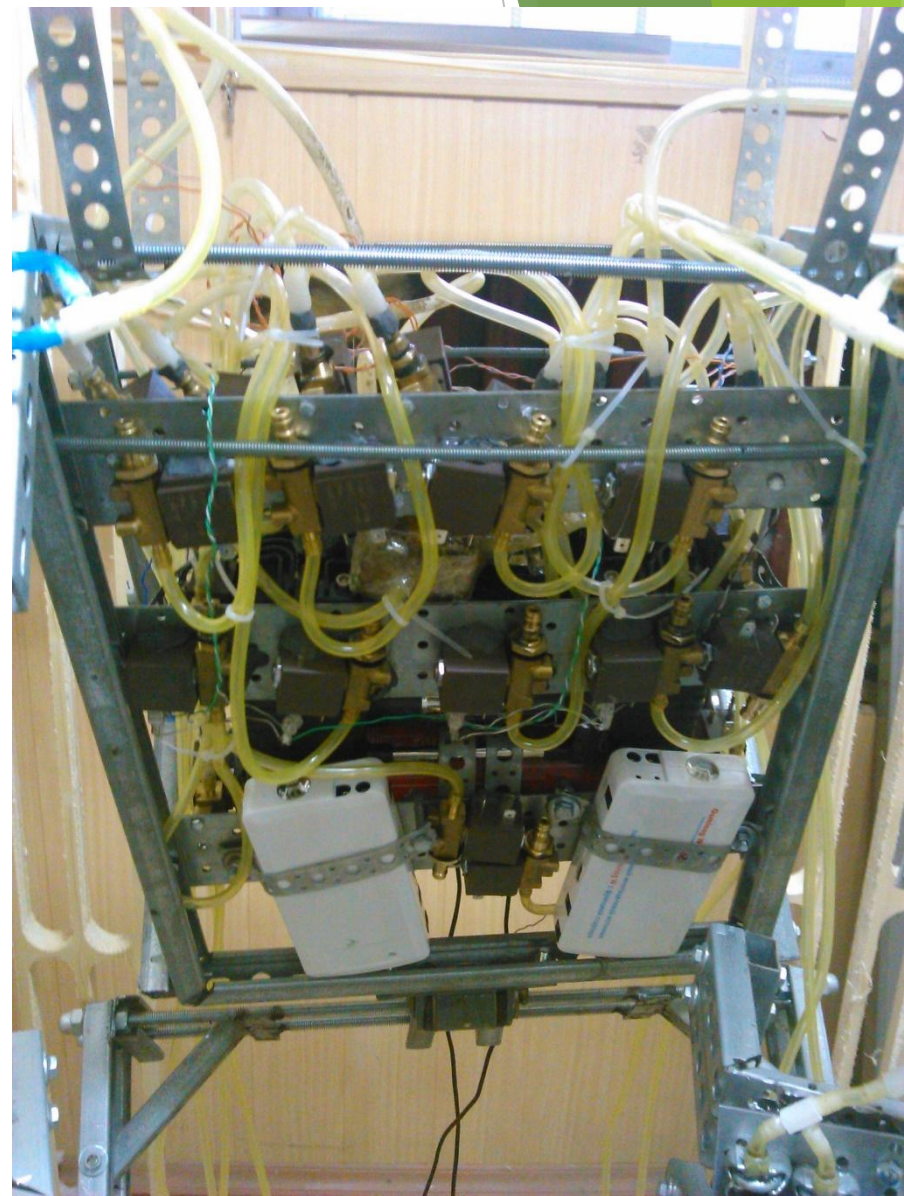
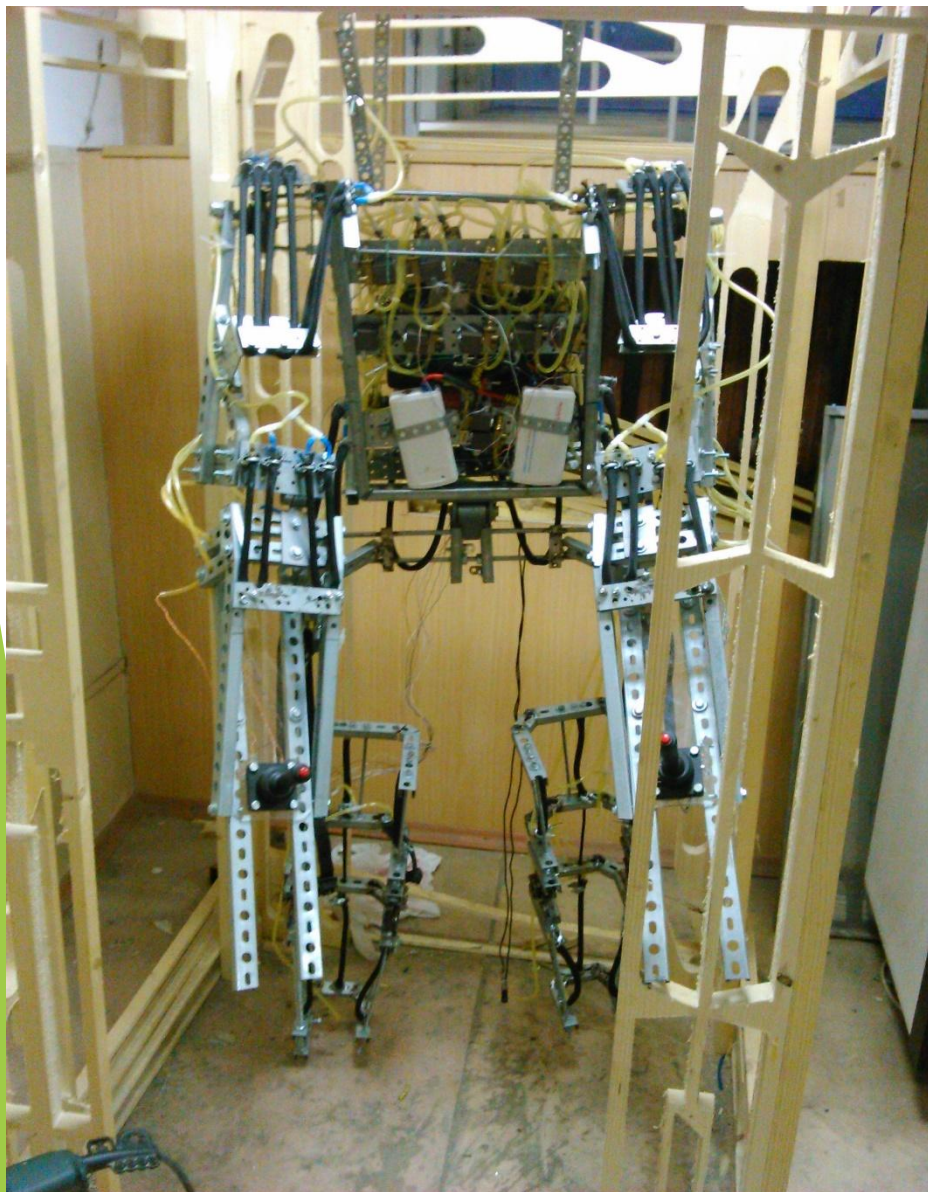


Принципы работы



- **3. Пневматические экзоскелеты.**
- Принцип работы пневмомускулы состоит в следующем - при попадании внутрь пневмомускулы сжатого воздуха внутренняя трубка начинает попеременно растягиваться и расширяться. Поскольку ее объем ограничен, она начинает давить на стенки защитной оболочки, которая также начинает расширяться. Из-за особенностей плетения внешней решетки при расширении в поперечном сечении она уменьшается в длине и создает тягу.

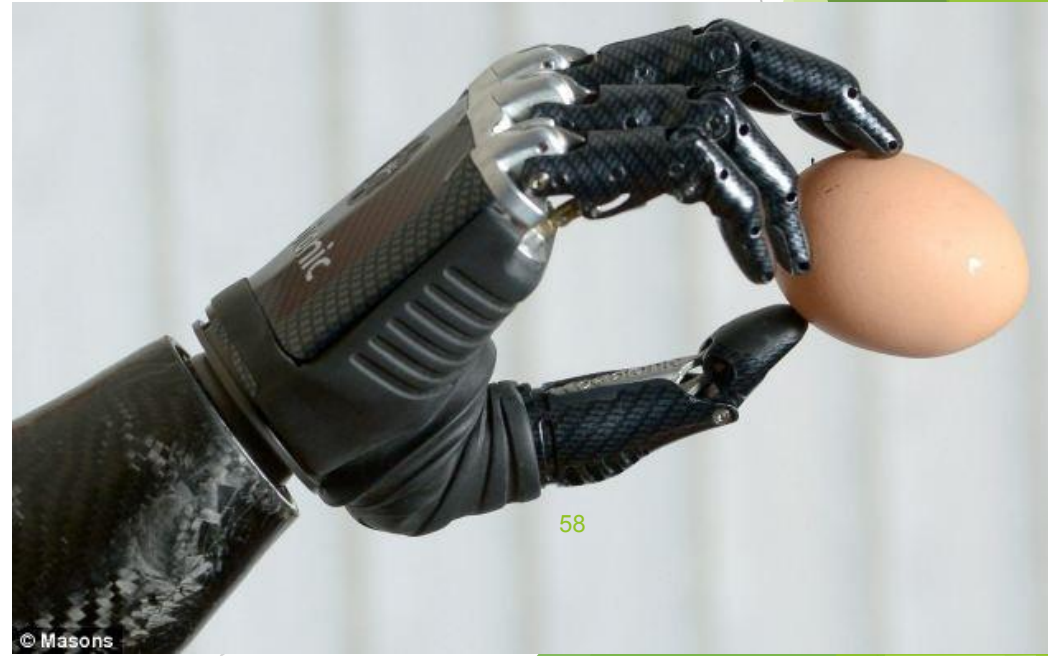
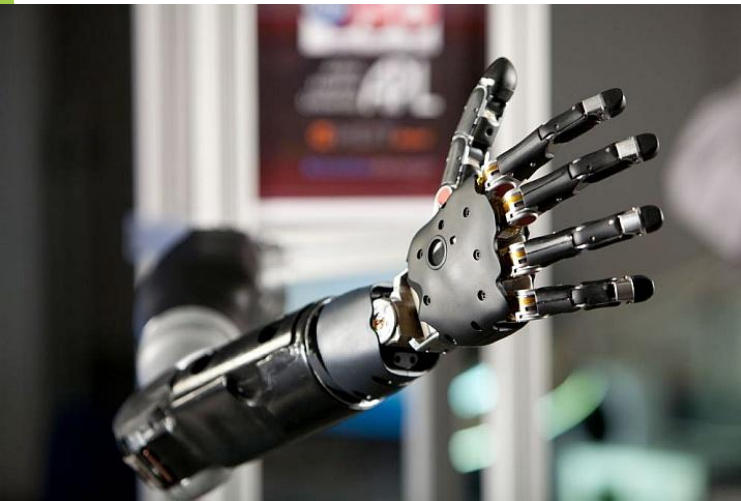
Пневматические экзоскелеты



Перспектив

ы

1. Улучшение обратной связи.
2. Удешевление и распространение.
3. Улучшение алгоритмов работы и комбинация мио- и нейроуправления.
4. Новые органы для протезирования.



Перспектив

ы

1. Уменьшение веса и улучшение эргономичности.
2. Удешевление и распространение.
3. Развитие нейротехнологий.
4. Наиболее эффективно будут развиваться медицинские экзоскелеты.



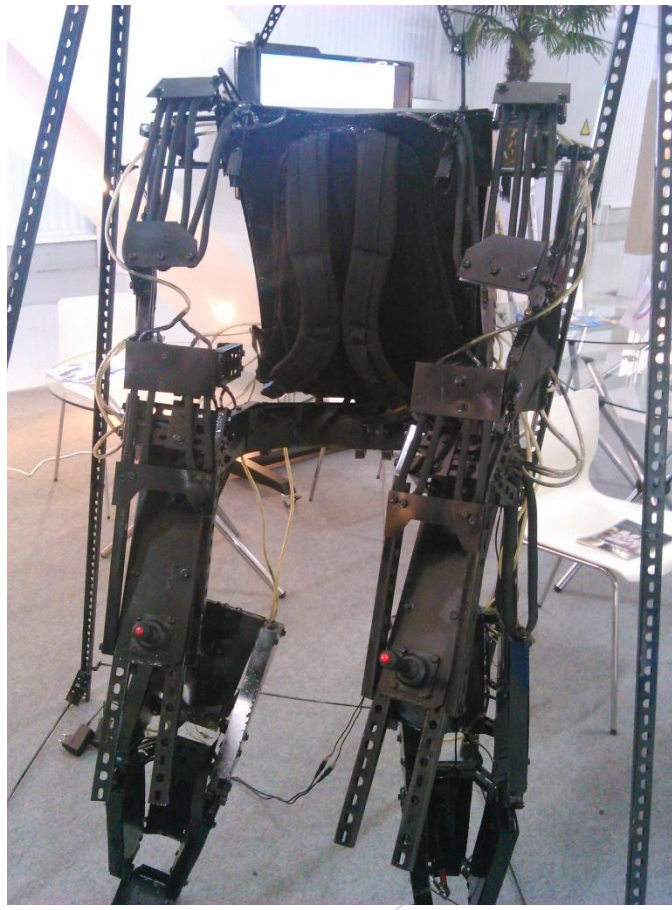
Перспективы



1. Уменьшение веса и улучшение эргономичности.
2. Удешевление и распространение.

Перспективы в

РФ В России же из-за недофинансирования и недоразвитости технологий всё пошло по иному пути. Силами энтузиастов создаётся своя полноценная отрасль. Со своими технологиями, направлениями развития и в перспективе кооперациями и рынками.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Контакты лектора:

pityk.leonid@yandex.ru,

+ 7 930-842-55-01,

[VK.COM/EXOMECH](https://vk.com/exomech)