

Биоматериалы, используемые для имплантации

7 лекция



- **Биоматериалы, используемые для имплантации** — это материалы, которые вводятся в организм для замещения, восстановления или поддержки функций тканей и органов. Они должны быть **биосовместимыми, нетоксичными, не вызывать иммунного ответа** и обладать необходимыми **механическими и физиологическими** свойствами.

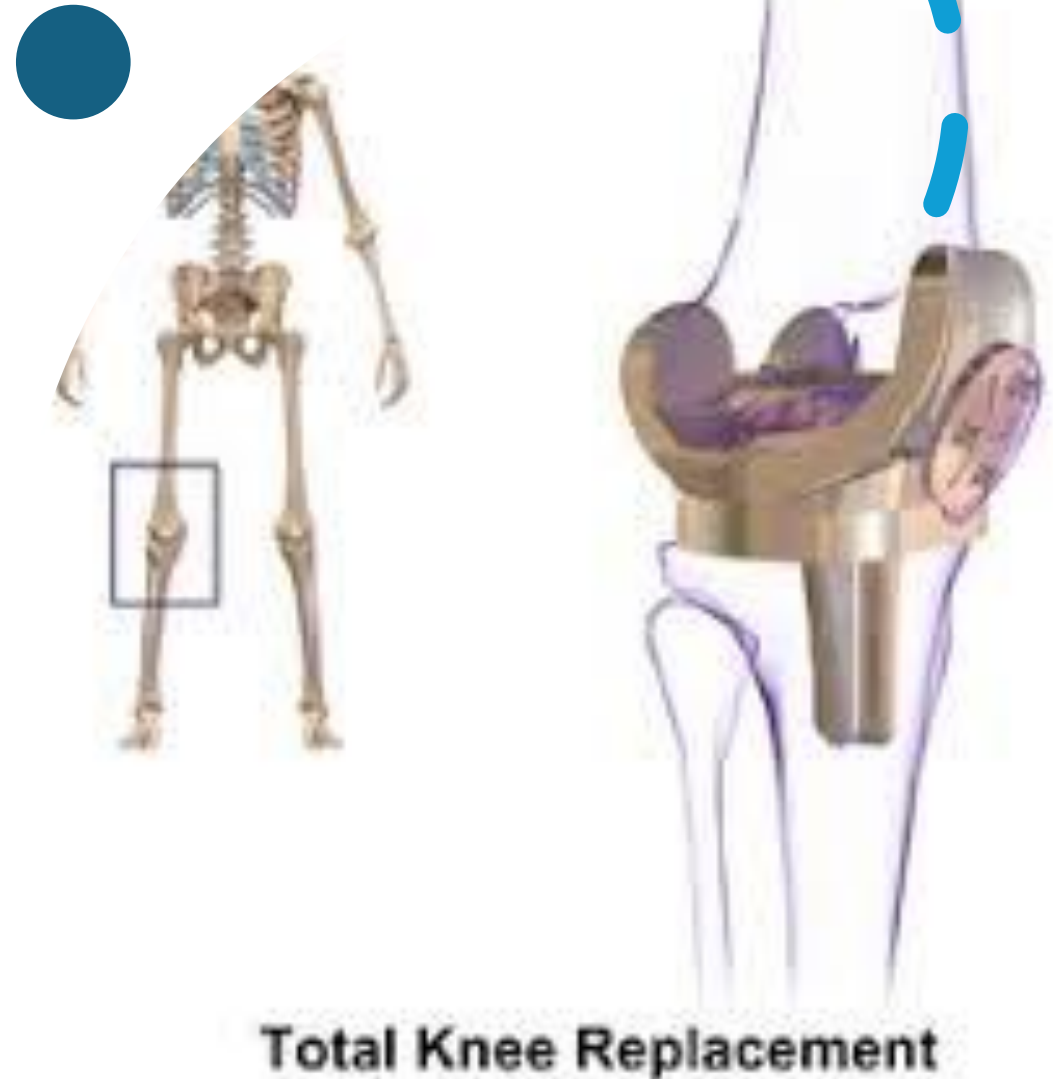
Для имплантации используются три группы биоматериалов:

биоинертные
(титан, цирконий,
керамика),

биотолерантные
(нержавеющая
сталь, кобальто-
хромовые сплавы)

биоактивные
(гидроксиапатит,
биоситаллы).

- Титан считается одним из лучших материалов для имплантации благодаря своей биосовместимости, прочности и легкости, но также используются и другие материалы, отличающиеся по прочности и стоимости.



Биоинертные материалы

- **Титан и его сплавы:**

Самые распространенные благодаря высокой биосовместимости, прочности, легкости и долговечности.

- **Диоксид циркония:**

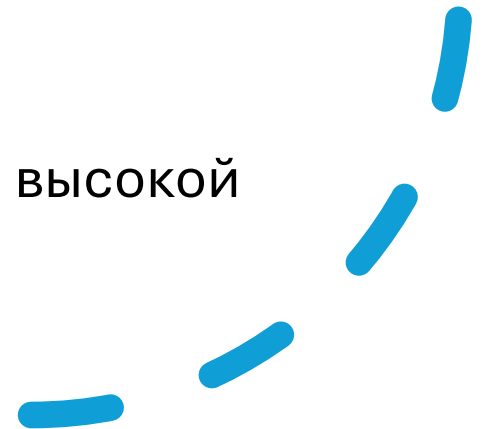
Обладает высокой прочностью, схожей с титаном, но более высокой стоимостью.

- **Керамика:**

Менее прочна, чем титан или диоксид циркония, но используется в некоторых случаях. Бывает разной прочности, например, корундовая керамика является биоинертным материалом.

- **Тантал:**

Биоинертный материал, но отличается высокой стоимостью.



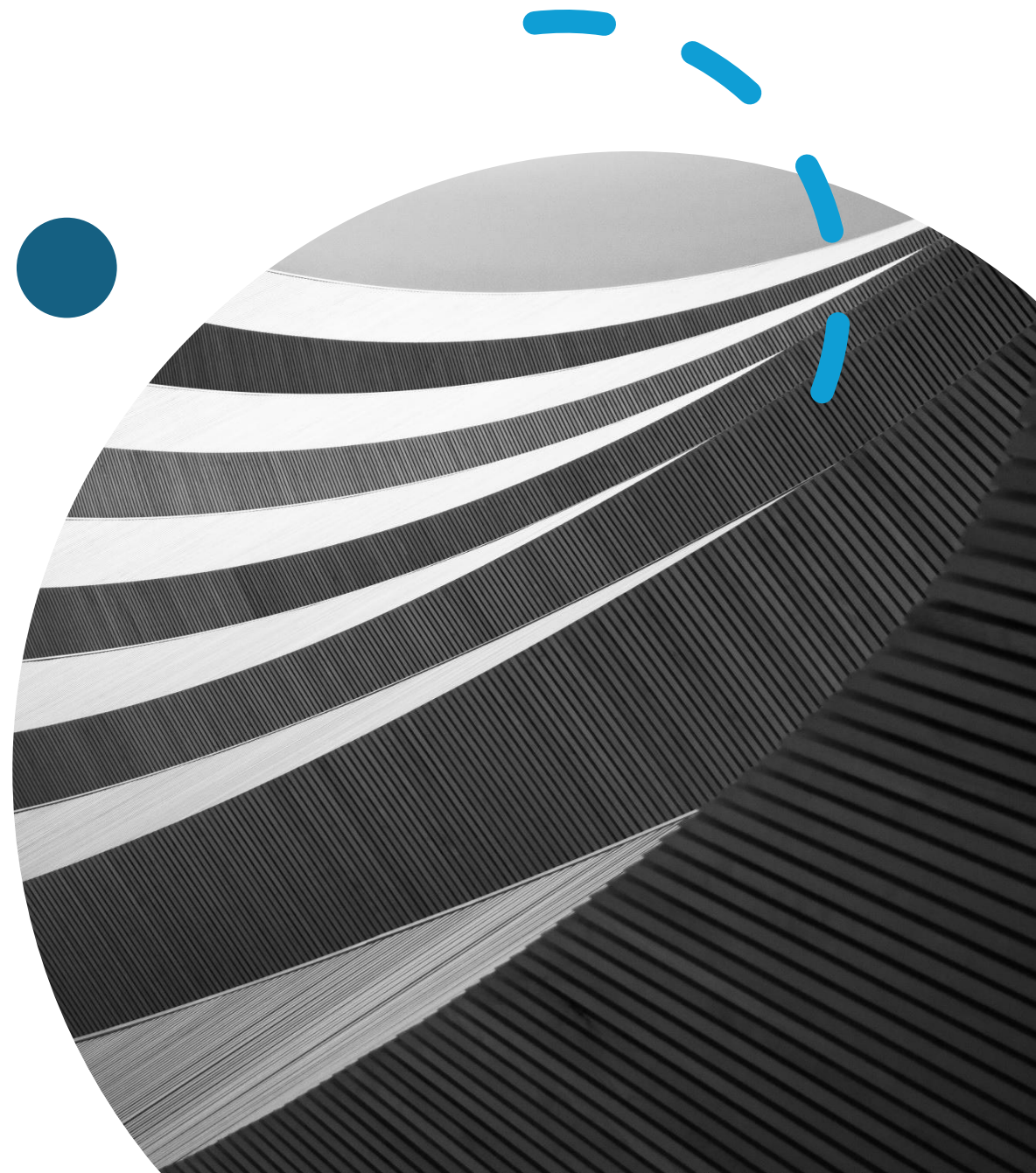
Биотолерантные материалы

Нержавеющая сталь:

Один из самых ранних и широко используемых материалов.

Кобальто-хромовые сплавы:

Используются как альтернатива нержавеющей стали



Биоактивные материалы

- Гидроксиапатит:

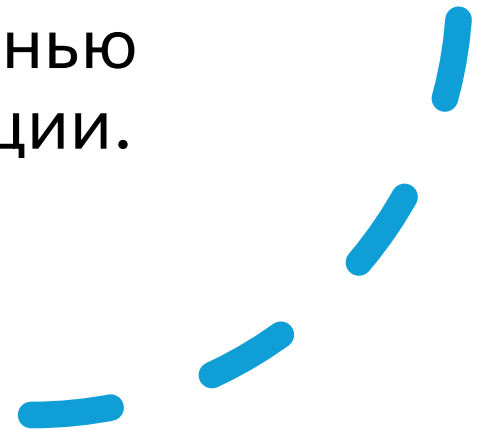
Материал, похожий на костную ткань человека.

- Трикальцийфосфат:

Еще один материал, имитирующий костную ткань.

- Биоситаллы:

Стеклокерамика, которая при взаимодействии с костной тканью запускает процессы регенерации.

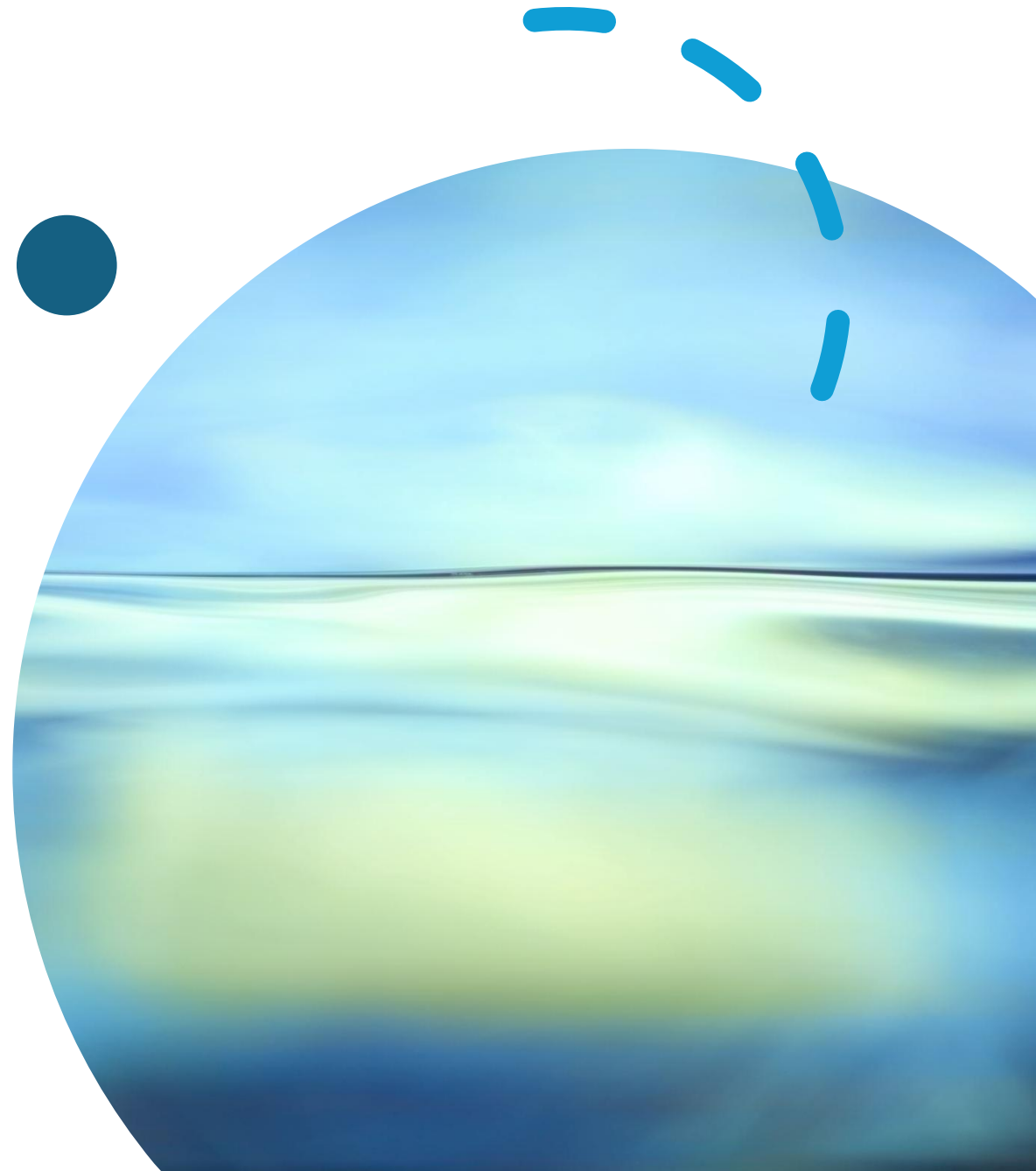


Другие материалы

Золото: Может использоваться в сплавах.

Пластик: Обычно используется для временных конструкций из-за более низкой прочности.

Материалы на основе полимеров: Могут использоваться в зависимости от специфики имплантации.



Биологические:

- **Аутогенные:** Собственные ткани пациента, например, трансплантация кожи или костной ткани.
- **Аллогенные:** Ткани или органы, полученные от другого человека-донора.
- **Ксеногенные:** Ткани или органы, полученные от животных (например, свиней).
- **Комбинированные:** Искусственные материалы, разработанные для имитации функций и структуры природных тканей, например, искусственные клапаны сердца или биосовместимые костные имплантаты

Из-за ограниченности наличия, иммунного отторжения и других проблем, связанных с использованием трансплантатов, большая часть потребности в запасных частях организма человека обеспечивается имплантатами, что составляет 5 000 000 в год.

Имплантаты определяются как 'искусственный материал или устройство, вставленное или вложенное хирургически в организме'.

Протезы:

- Изготовленное человеком устройство, используемое внутри организма для замены, восстановления или усиления пораженной болезнью, поврежденной или отсутствующей части тела. (Имплантаты и протезы часто используются в качестве синонимов).

имплантаты и биоматериалы



с которыми работает CLINIC IN



- Примерами большого количества имплантатов или протезов, ежегодно применяемых в США, являются следующие: кардиостимуляторы (200 000), клапаны сердца (40 000), внутриглазные линзы (1 000 000) и трубки аэрации среднего уха (миринготомия) . Количество имплантатов, ежегодно используемых в США для восстановления костей и суставов, такое же значительное. Вот примеры: замена сустава (500 000), устройства временной фиксации (1 000 000), а также хирургия позвоночника (400 000) . Годовое количество имплантатов в Европе приблизительно равно количеству имплантатов в США.

Быстрому расширению
использования
имплантатов и протезов
способствовало
несколько факторов:

- 1. Число лиц старше 50 лет в общей массе населения резко увеличивается. Это связано с увеличением среднего возраста на одного человека в сочетании с ростом населения мира
-



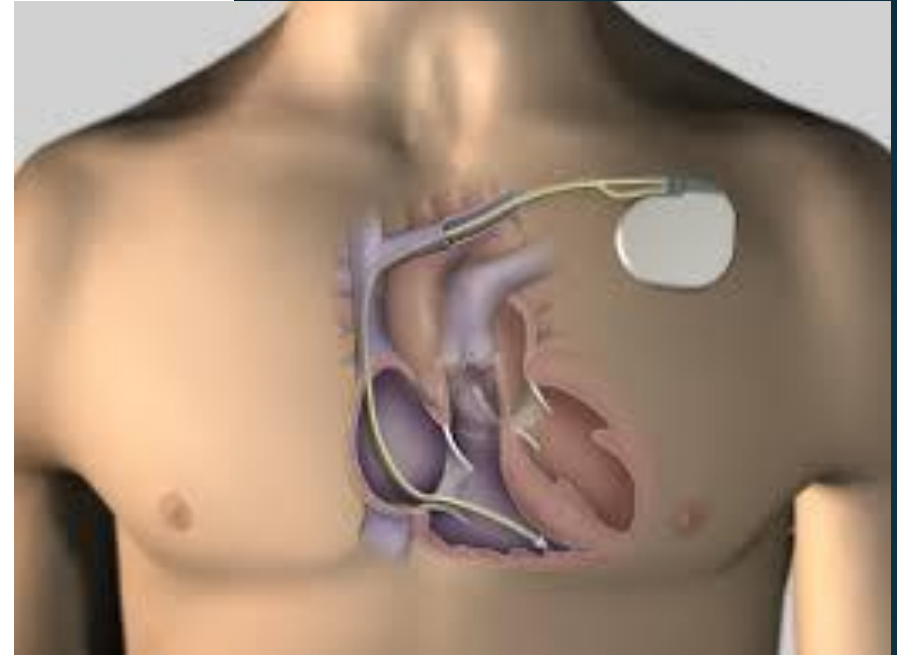
- 2. Прогрессирующее с возрастом ухудшение качества соединительных тканей. Потеря кости является в особенности острой в случае женщин в менопаузе из-за силу гормональных факторов; к 70 годам потеря массы кости может составлять до 50%. Это состояние называется 'остеопорозом' и является причиной перелома длинных костей, бедер и коллапса позвонков у миллионов женщин.

- 3. Увеличение уверенности хирургов в том, что имплантаты обеспечат улучшение качества жизни пациентов. Это частично объясняется тем, что многие протезы характеризуются высокой выживаемостью. Например, ортопедические устройства, имплантированные с использованием полиметилметакрилата (РММА) ‘костного цемента’ могут частично нагружаться пациентом через день после операции



- 4. Увеличение уверенности пациентов в том, что протезы являются приемлемыми, фактически предпочтительными решениями проблемы хронической боли.

- 5. Улучшение хирургического мастерства, оборудования и оснащения свели до минимума большинство осложнений, связанных с основными видами операций, в частности, инфекции. Следовательно, отмечается долгосрочный успех таких жизненно важных устройств, как кардиостимуляторы и протезы клапанов сердца



6. Совершенствование материалов, конструкций и постхирургических режимов значительно увеличили ресурс устройств за последние 20 лет.

7. Международные стандарты и государственное регулирование обеспечили высокую надежность действия протезов.



Ограничения ИМПЛАНТАТОВ

Имплантаты органичены по функции и выживаемости, потому что они не живые. Естественные живые ткани обладают генетически запрограммированной способностью самовосстановления. Следовательно, естественные ткани могут адаптироваться к своей физиологической среде. Никакой искусственный материал не способен самовостанавливаться или адаптироваться. Стык между протезом и тканью организма-хозяина особенно подвержен напряжению. Несовпадение как биохимических, так и биомеханических факторов может привести к межповерхностному разрушению и в конечном итоге к отказу.

Все методы
используемого в
настоящее время
восстановления
или замены частей
организма имеют
ограничения.

- Таким образом, существует необходимость в понимании причины этих ограничений и последствий в случае возникновения отказа.
- Также необходимо понимать экономические и нормативные факторы, влияющие на использование имплантатов и трансплантатов.
- В силу ограниченного характера выживаемости имплантатов и трансплантатов, существует ряд этических вопросов, которые требуется учитывать при разработке, испытании и клиническом применении всех методов восстановления или замены органов человека.

Бионические протезы

— это высокотехнологичные искусственные органы, которые максимально восстанавливают функции утраченных конечностей, а не просто создают видимость. Они работают, считывая электрические сигналы от сохранившихся мышц или напрямую от нервов. Современные бионические протезы оснащены микропроцессорами, которые преобразуют сигналы в двигательные команды для выполнения сложных действий.



- **Бионика (или биомиметика) – прикладная дисциплина, изучающая возможности применения принципов организации и функционирования живой материи при создании технических систем и устройств.**
- Бионический протез (биопротез) – это искусственный аналог, структурно и функционально имитирующий работу утраченного органа. Хотя подобные устройства широко стали разрабатываться только сейчас, история их развития насчитывает уже несколько столетий



В конце 20 и начале 21 веков развитие микроэлектроники, материаловедения, медицины, нейрофизиологии создало условия для появления устройств, максимально приближенных по своим функциям к человеческим конечностям.



Более того, нынешние технологии позволяют разрабатывать аналоги таких сложных органов, как ухо и глаз, что было недостижимо в предыдущие эпохи.



Современный бионический протез конечностей представляет собой электронно-механическое устройство, приводимое в движение нервными импульсами.

Бионический протез конструкция состоит из следующих компонентов:

- **Каркас.** Изготавливается из пластика и легких металлических сплавов, обеспечивает жесткость протезу и защищает электронную начинку от повреждения. Каркас имеет гильзу, с помощью которой устройство надевается на остаток конечности. Для повышения эстетических качеств протезов они покрываются силиконовой или резиновой оболочкой, имитирующей кожу.

Механика.

- Бионический протез имеет встроенные сервоприводы, шарниры и тяги, которые обеспечивают устройству подвижность. В искусственных ногах также применяются гидравлические, пружинные или пневматические амортизаторы, смягчающие и распределяющие ударную нагрузку при передвижении.



Система управления.

- Для контроля над протезом в нем предусмотрены датчики нервных сигналов и обрабатывающий процессор, управляющий приводами. В серийных миоэлектрических моделях датчики подсоединяются к остаткам мышц культи и фиксируют изменения их биопотенциала при сокращениях. В опытных энцефалографических устройствах сенсоры закрепляются на коже головы или вживляются под нее, снимая электрические потенциалы мозга.



-
- Большинство имеющихся на рынке моделей обеспечивают выполнение достаточно широкого набора действий – держать посуду и столовые приборы, писать, печатать на клавиатуре, завязывать шнурки, подниматься по лестнице и даже заниматься спортом (бегом, ездой на лыжах).



Проблемы

- **Несовершенство конструкции.** Имеющиеся серийные и опытные модели рук и ног все еще работают все еще недостаточно свободно и точно из-за ограниченных возможностей сервоприводов. Решить эту проблему разработчики стремятся за счет технологии искусственных мышц – синтетических волокон, сокращаемых при подаче сигнала

Ограничения в передаче сигнала.

- В существующих миоэлектрических и энцефалографических протезах из-за опосредованности и «зашумленности» передаваемого сигнала наблюдается небольшая, но ощутимая задержка в их работе. Это ограничивает использование протезов в тех случаях, когда важна скорость реакции – например, при управлении транспортом.
-

Высокая цена.

- Большинство серийно выпускаемых моделей из-за сложности конструкции и производства стоят очень дорого, что ограничивает их массовое внедрение. В качестве дешевой альтернативы британский робототехник Джоэл Гибберт разработал бионическую руку, детали которой напечатаны на 3D-принтере, а в качестве контроллера использует открытую электронную платформу Arduino. Это позволило сократить стоимость устройства до 1000 долларов (при средней рыночной цене в 50-60 тысяч).