



***Бионика***

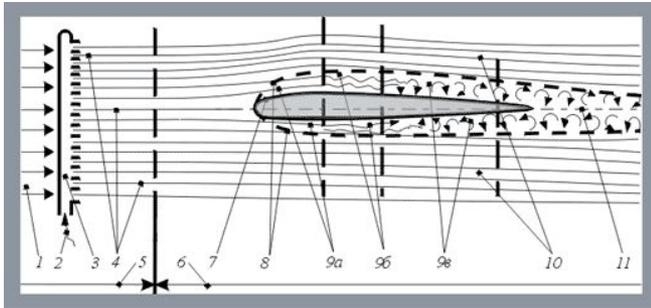
***в архитектуре и технике***

# Основные разделы бионики

---

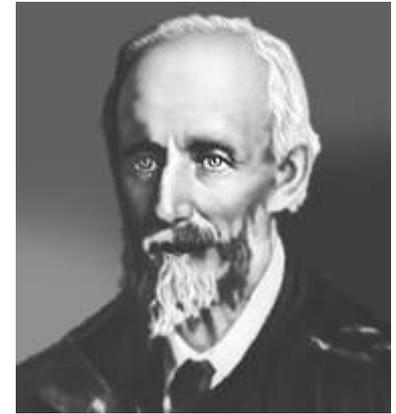
- **Биокоммуникация**
  - **Нейробионика. Сенсоры.** (Нейронные сети,нейрокомпьютеры, биоэлектроника, биосенсоры)
  - **Системы ориентации, локации и навигации**
  - **Наземные локомоции**(органы движения животных и человека, экзоскелетоны, манипуляторы, ползающие и шагающие машины)
  - **Биогидродинамика** (Гидродинамика животных, моделирование механизмов адаптации к быстрому плаванию, действующие системы)
  - **Биоаэродинамика** (Приспособления к полету у птиц, приспособления к полету у насекомых. Теория машущего полета, действующие системы)
  - **Механика биологических жидкостей и газов**
  - **Биомеханика естественных и искусственных органов** (Биомеханика естественных органов, биомеханика искусственных органов, механика ортопедических устройств)
  - **Механические аспекты биоматериалов** (Механика, реология)
  - **Биотехнические системы** (Технические решения для инвалидов, биоэлектрическое управление, протезы, искусственные органы, биоэнергетические системы)
  - **Прикладные вопросы бионики** (Архитектура, дизайн)
-

# Движение тел в жидкости



$$Re = \frac{\rho v l}{\mu}$$

$Re < Re_{кр}$  - ламинарный  
 $Re > Re_{кр}$  - турбулентный  
 $Re_{кр} = 2300$



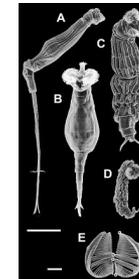
Осборн Рейнольдс  
1842-1912



100 000



800



0,1

0,000 001



100 000 000

# Планирующий полет

---

Альбатрос



## □ Поиски путей



Отто Лилиенталь  
1848-1896



Первый полет  
1891



# Планирующий полет

## □ Поиск путей



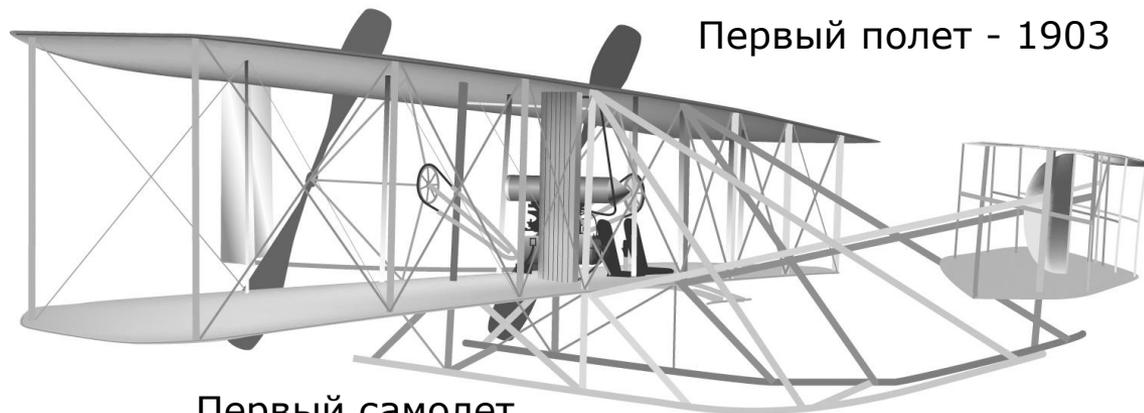
Орвилл Райт  
1871-1948



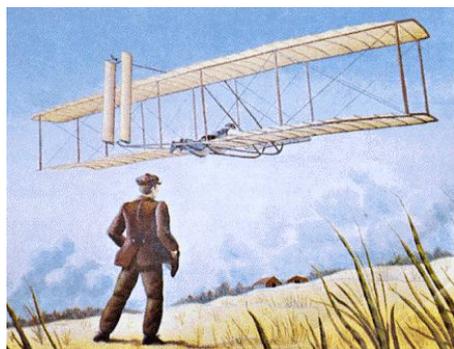
Уилбер Райт  
1867-1912



Первый полет - 1903



Первый самолет



Планер

# Планирующий полет

---

- Пути разошлись



Полет орла

Полет А-380



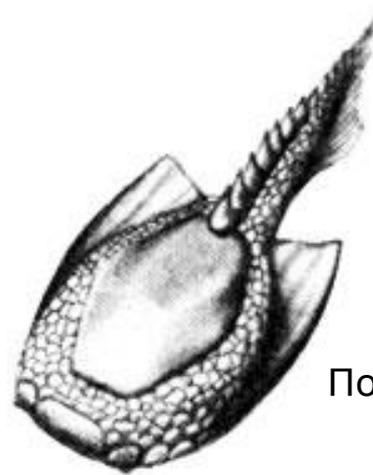
# Управление движением

---

## Устойчивое «панцирь»-крыло



Транспортный космический корабль X-33 (США)

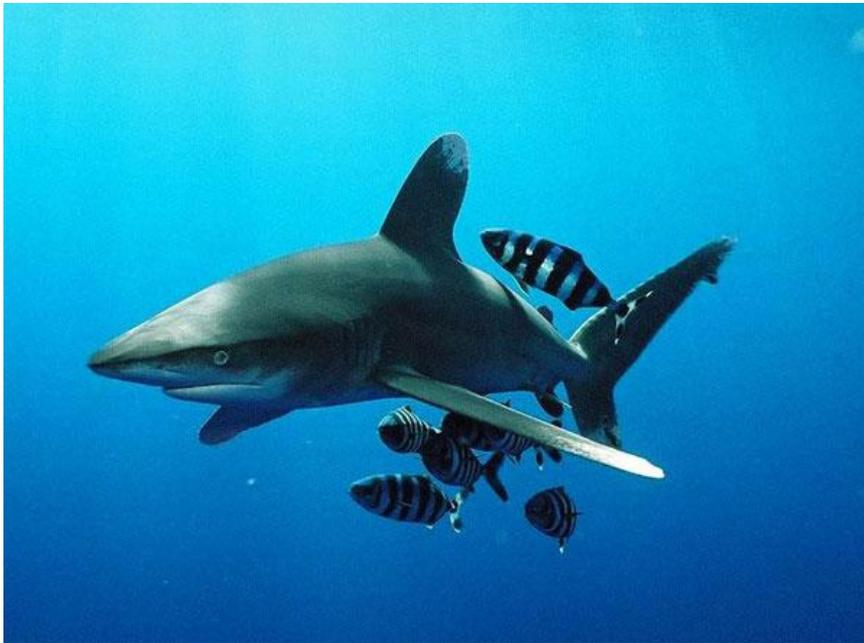


Панцирные рыбы  
Появление – 100 000 000 лет

# Управление движением

---

## □ Гидродинамические рули



Акула (хордовые)



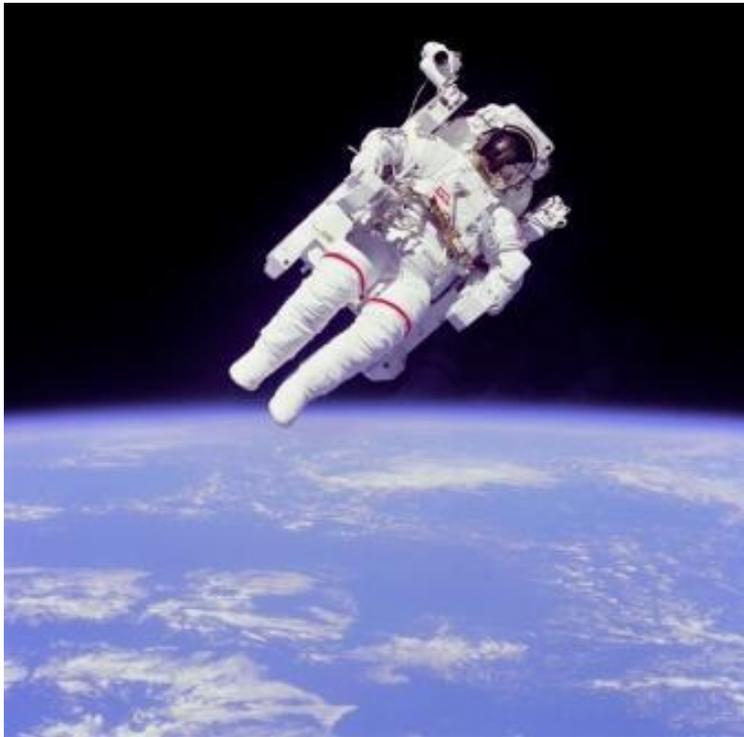
Сверхзвуковой истребитель

---

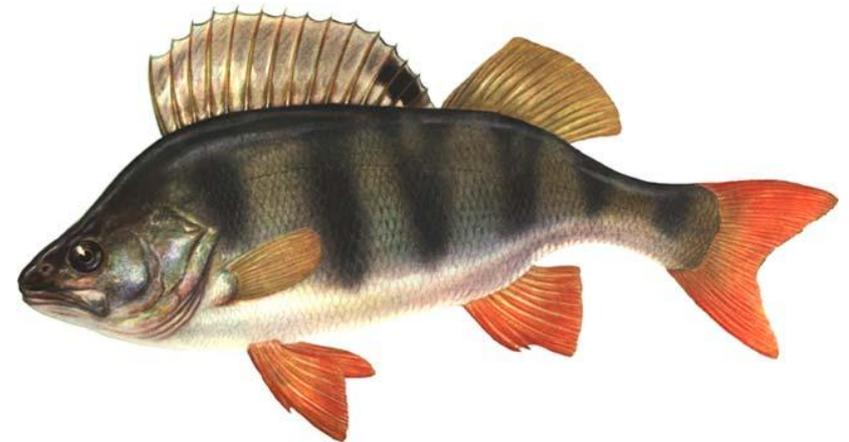
# Управление движением

---

## □ Активные рули



Установка для маневрирования  
в космосе ММУ (США)



Окунь (костистоперые)

---

# Управление движением

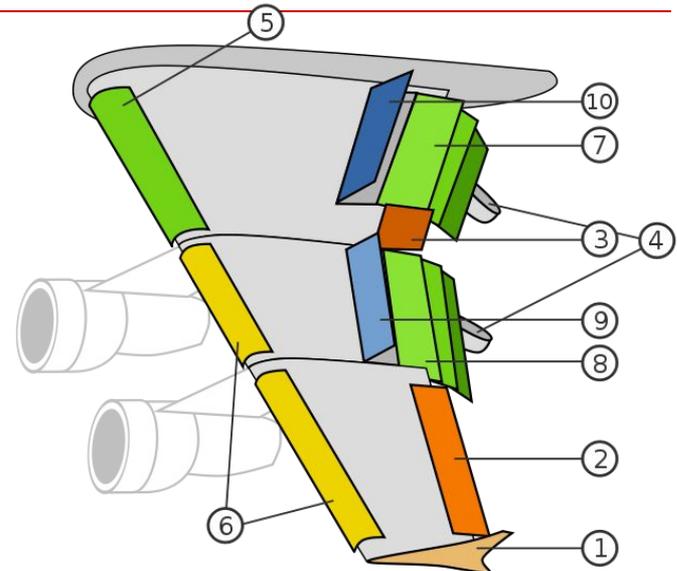
## □ Механизация крыла и реверс тяги



Голубь  
в полете



Голубь  
«идет на  
посадку»



Д-30КП-3 "Бурлак"

Двигатель с реверсом тяги

# Управление движением

---

## □ Зависание и маневрирование



Вертолет



Конвертоплан



СВВП

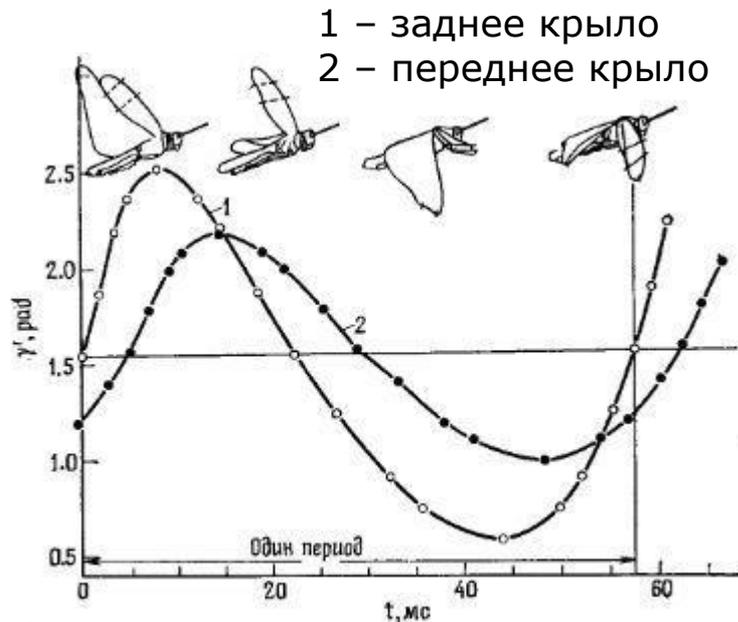
# Машущий полет

- Полет стрекозы  
(Яндекс-видео)

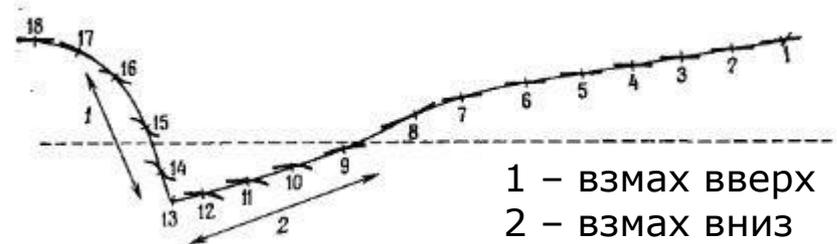


# Машущий полет

## □ Полет саранчи (Вейс-Фо и Йенсен)



Угол отклонения крыла (рад)  
от времени (мс)



Угол закрутки средней хорды крыла  
и его прогиб за один период

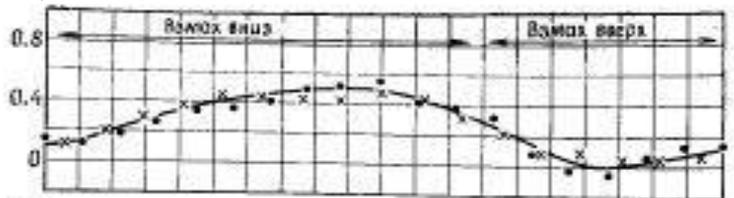
# Машущий полет

□ Полет саранчи (Вейс-Фо и Йенсен)

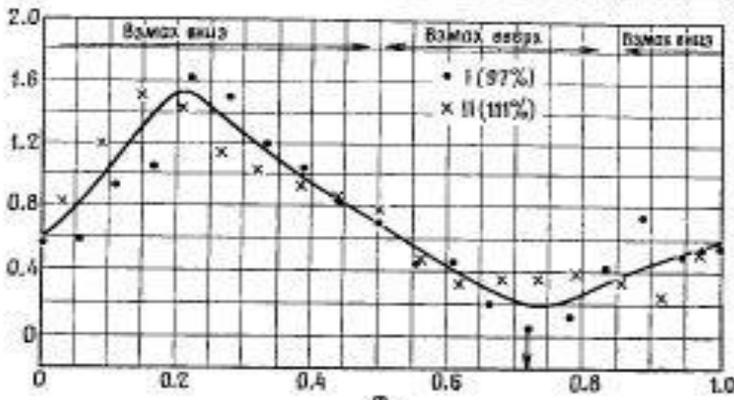
А – два передних крыла

В – два задних крыла

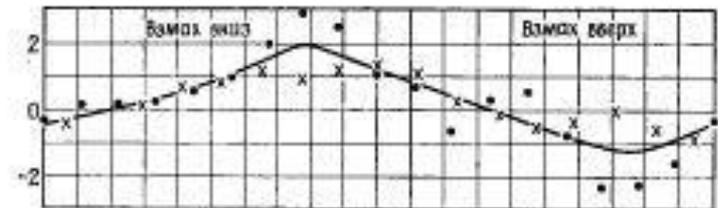
А



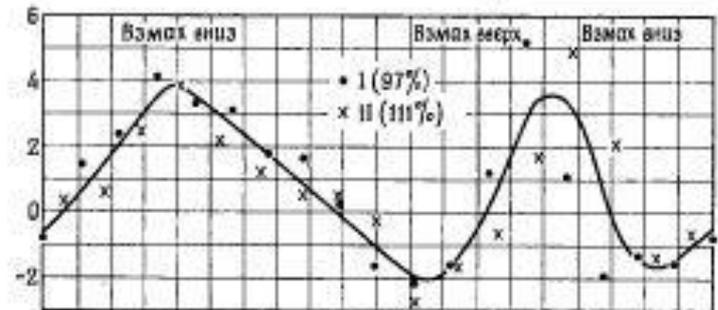
В



А



В

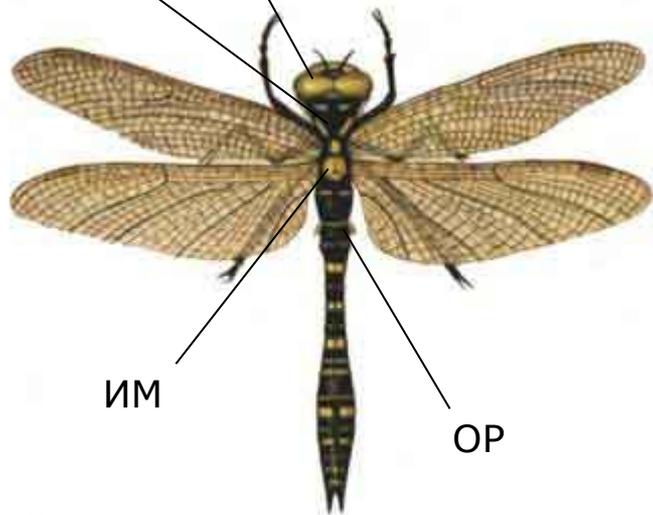
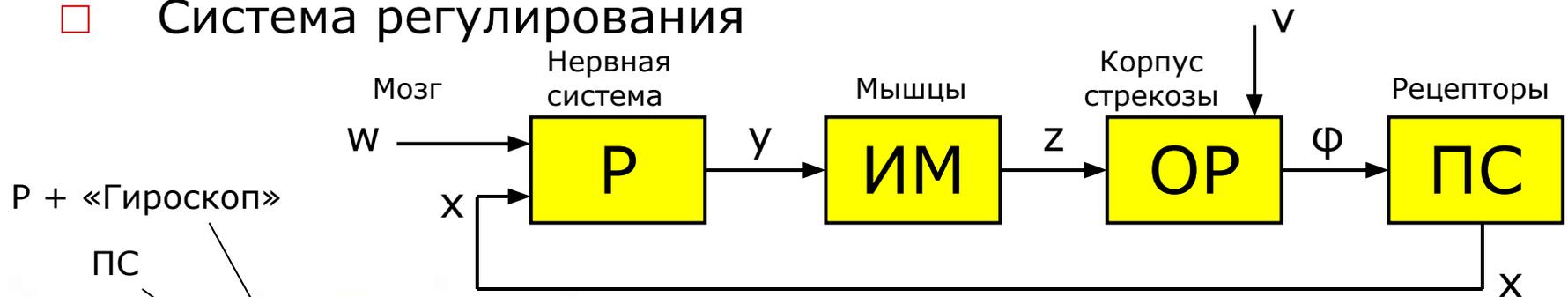


Подъемная сила (в долях от среднего значения) в зависимости от долей периода одного цикла

Тяга (в долях от среднего значения) в зависимости от долей периода одного цикла

# Машущий полет

## □ Система регулирования



P - регулятор

ИМ - исполнительный механизм

ОР - объект регулирования

ПС - преобразователь сигнала

X - кодированный нервный импульс

Y - кодированный нервный импульс

Z - форма, амплитуда, и координация крыла

φ - угол отклонения корпуса относительно головы

V - возмущающее воздействие (ветер)

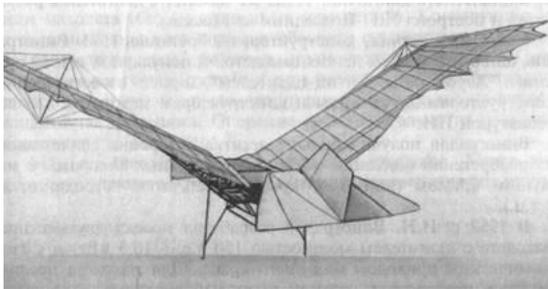
W - задающий сигнал (намерение стрекозы)

# Ограничения использования бионики

---

## □ Махолет (по сравнению с альбатросом)

1. Более высокие числа Рейнольдса
2. Отсутствие рецепторов к местным потокам и нагрузкам крыла
3. Сложность использования нулевой статической балансировки
4. Закон «квадрата-куба-пятой степени» (линейный размер аппарата - площадь крыла и подъемная сила – масса – момент инерции)



Махолет Ильина «Икар-1»  
1958



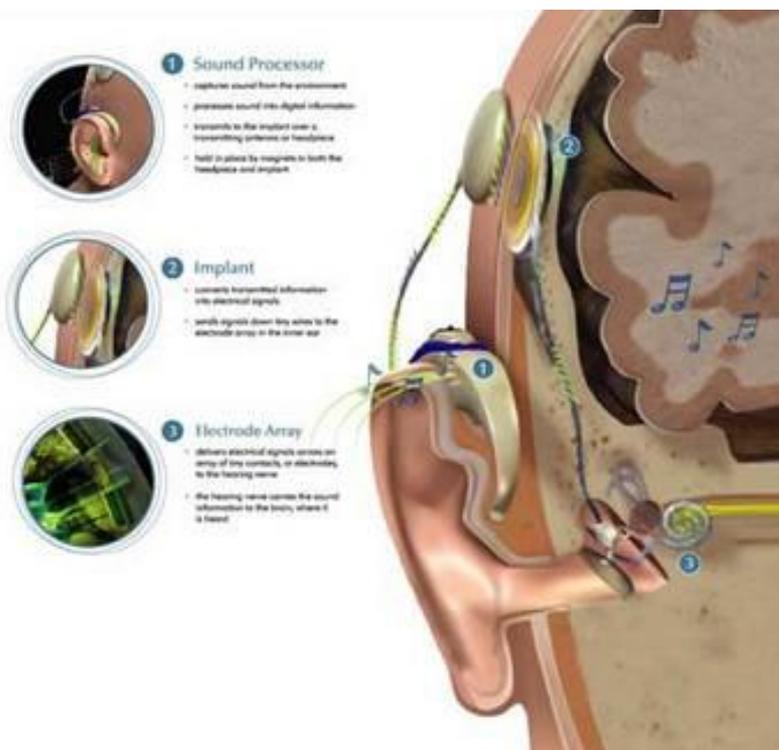
Фрагмент крыла  
стрекозы

Если муху увеличить в 200 раз  
(до размера человека), то увеличатся:  
- площадь крыльев в 40 000 раз,  
- масса в 8 000 000 раз

# Применение результатов исследований бионики

---

## □ Искусственное ухо



Микрофон – процессор –  
имплантированные электроды –  
слуховой нерв

---

# Применение результатов исследований бионики

## □ Искусственное зрение

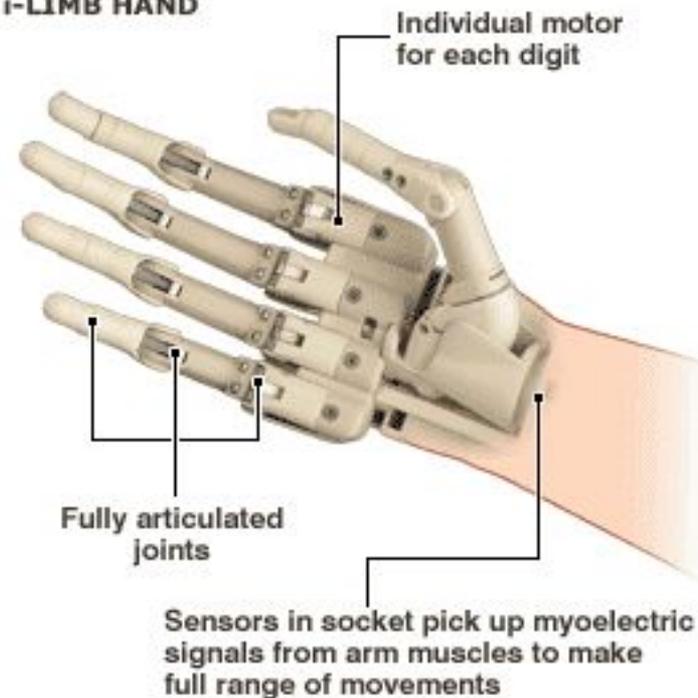


# Применение результатов исследований бионики

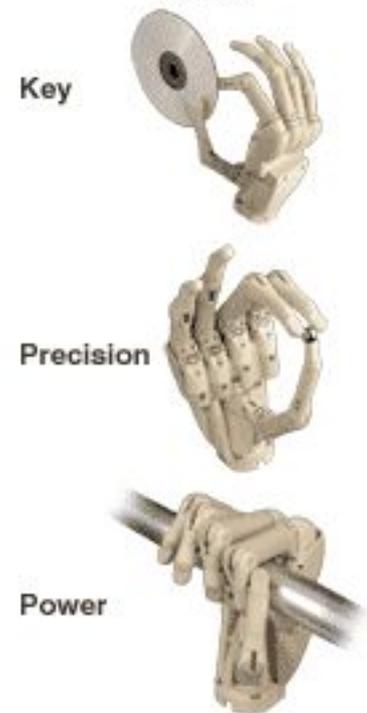
## □ Протезирование конечностей



**i-LIMB HAND**



**GRIPS**



# Применение результатов исследований бионики

---



# Заключение

---

«Утилитарная часть бионики, ее тяжелая артиллерия, как она ни важна, - второй эшелон. Фронт поисков должен быть расширен внедрением физических методов исследования, математического и технического моделирования во все отрасли классической биологии и палеонтологии...

... труд инженера и биолога поможет разобраться в работе Машины Машин – биосферы и в том лабиринте загадок, который называется эволюцией».

*Знание-сила, №3/1968*

---