

3

Медицина и робототехника

Комплексные когнитивные и интеллектуальные технологии развития и реабилитации физических возможностей человека



1. Системы, совместимости
Личности, с ограниченными
физическими возможностями,
со знаниевой средой,
основанные на современных
программно-аппаратных
коммуникационных,
информационных,
виртуальных, интеллектуальных,
робототехнических
технологиях;



2. Системы

когнитивного анализа
функциональных систем,
рефлекторных механизмов,
особенностей нейро-механизмов
реципроктной инервации,
нейроморфного моделирования и
управления биологическими и
медицинскими процессами



3. Системы физиотерапии,
энергоинформационной
биорезонансной
и
мультирезонансной
терапии;



4. Технологии

самоорганизации системных механизмов поведения (системогенеза) личности, реализующих эффективный творческий процесс формирования профессиональных знаний и умений на базе когнитивных, виртуальных, системных, информационных технологий.



Математическая модель взаимодействия человека
Структура общей системы включает взаимодействие

$$\text{УС} \leftrightarrow \text{ОУ},$$
$$\text{УС: (УСа, ИУП, ЧУ)},$$

Где

ОУ- объект управления - обучаемая личность осуществляет взаимодействие с УС через ИУП по различным информационным каналам, таким как зрительный, тактильный, биомеханический, слуховой, обонятельный, вестибулярный и другие, характеризующимся параметрами k_i , $i=1,2,\dots,l$. В каждом из каналов человеком, как правило, выполняются операции: обнаружение и распознавание информации, анализ ситуаций и принятие решений, выполнение команд управления.

УС - система, реализующая режим управления обучением.

ИУП включает систему отображения информации (СОИ) и органы управления (ОрУ). В свою очередь СОИ состоит из элементов отображения информации (экранов дисплеев, мнемосхем, приборов, сигнализаторов и др.), определяемых параметрами a_i , $i=1,2, \dots, m$, а структура ОрУ - элементы управления (клавиатура, ручки, тумблеры, контакты и др.) с параметрами b_i , $i=1, 2, \dots, k$.

УСа- функционально - алгоритмическая структура управления

ЧУ - Человек учитель

Ñàì î î ðääí èçóp ù àyñy
 ñèñòàì à (+äëî ââê)
 1. Î î ðäääë, í í ày
 2. Í äâî î î ðäääë, í í ày
 (ñ ô èçè÷añèèì è
 í äâî ñòàòèâì è)
 Öäëè:
 ô î ðì èðî ââì èà í î âî ä
 çí àí èy, ô î ðì èðî ââì èà
 í àä, æ î ä çí àí èy
 Çàäà÷è
 1. Èññèääî ââì èà
 ÑÑ-î î í èì àí èà Í Î Ç
 2. Ô î ðì èðî ââì èà
 î î âääâì èy

Î í ðì èî äè÷añèî ä
 î ðì ñòðâì ñòâî
 çí àí èé î î ðääì àòî î é
 î äèañèè
 ñàì î î ðääí èçóp ù äéñy
 ñèñòàì Û:
 ì àòàçí àí èy,
 î ðì äèâì í Û ä çí àí èy,
 î ðì öääóðî Û ä

Âí àø í yÿ ñðääà



Человек	Информационно – управляющее поле	Динамический объект
Нормальное состояние	Зрение, слух, кинематика рук, структура	Простой
	Зрение, слух, вестибулярный сенсор, кинематика рук, ног, структура	Функционально сложный
	Зрение, слух, вестибулярный сенсор, кинематика рук, ног, речь, время реакции, структура	Ограничения по времени
	Зрение, слух, вестибулярный сенсор, тактильный сенсор кинематика рук, ног, других органов, речь, время реакции, психология, структура	Функционально - сложный, Ограничения по времени
Переходное состояние	Аномальные, структура	
Изменение состояния (физические недостатки) Кинематика рук, ног, Речь	Кинематика рук, ног Речь структура	Ограничения по времени
Изменение состояния (физические недостатки) зрение, слух, речь.	Слух, речь, Изображения, структура	Функционально сложный (информация, знания, умения)

1. Системы, совместимости личности, с ограниченными физическими возможностями, со знаниевой средой, основанные на современных программно-аппаратных коммуникационных, информационных, виртуальных, интеллектуальных, робототехнических технологиях;

Человеко-машинные системы

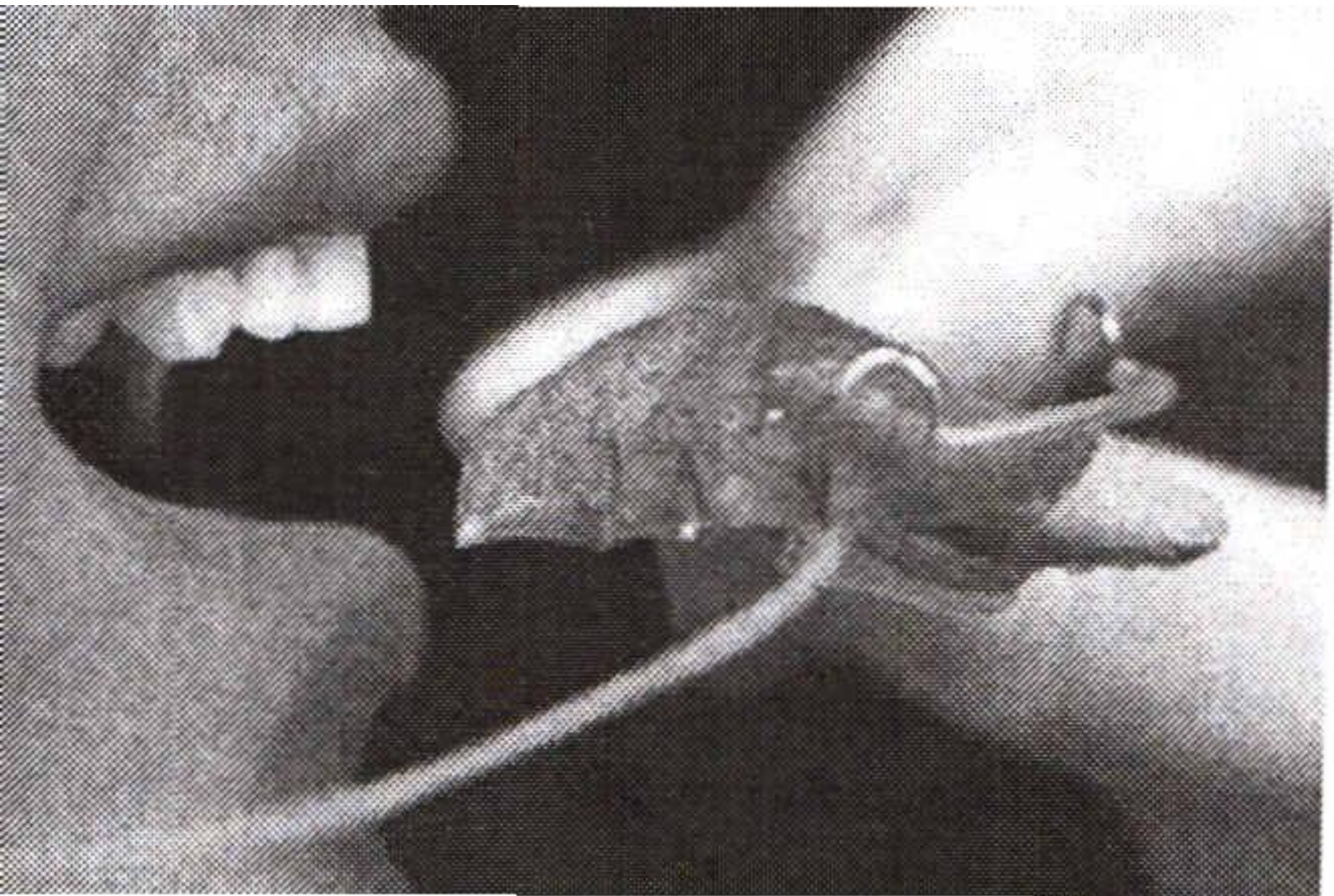


А				В					
	ВИДЯЩ ИЙ	СЛЕП ОЙ	ГОВОР ЯЩИЙ	ЖЕСТЫ		ВИДЯЩ ИЙ	СЛЕП ОЙ	ГОВОР ЯЩИЙ	ЖЕСТ Ы, ДВИЖ ЕНИЯ
1	+	-	+	-	1	+	-	+	-
2	+	-	-	+	2	+	-	-	+
3	-	+	+	-	3	-	+	+	-
4	-	+	-	+	4	-	+	-	+

1-1	Могут общаться с помощью устной речи
1-2	С помощью преобразователя жестов в текст или набора с клавиатуры
1-3	Могут общаться с помощью устной речи
1-4	Набор с клавиатуры
2-1	С помощью преобразователя жестов в текст или набора с клавиатуры.
2-2	С помощью языка жестов
2-3	Преобразование жестов в аудио-текстовое представление, речь в текст
2-4	Преобразование жестов в аудио-текстовое представление, набор текста
3-1	Могут общаться с помощью устной речи, речь в текст
3-2	Преобразование звука текст, текст в аудио, с помощью устной речи
3-3	Могут общаться с помощью устной речи
3-4	С помощью преобразования жестов в текст затем текст в аудио, речь
4-1	Набор с клавиатуры, речь
4-2	Жесты в текст, а текст в аудио, набор с клавиатуры
4-3	Речь, жесты в текст, а текст в аудио,
4-4	Ввод текста с клавиатуры, перевод текста в аудио

- **Разработка адаптивного интерфейса для ввода в компьютер текстовой информации для людей с ограниченными возможностями (Компания Gravitonus А.Косик)**
- Традиционно взаимодействие человека с компьютером выполняется посредством устройств, которые удобно держать и использовать руками (клавиатура, мышь, перо, джойстик). Для людей с ограниченными возможностями зачастую такой способ может оказаться неприемлем. Компания Gravitonus разрабатывает систему альтернативного управления компьютера (ACCS), позволяющую взаимодействовать с компьютером посредством языка. Такое взаимодействие накладывает серьезные дополнительные ограничения на свойства интерфейсного модуля.
- *А. А. Жданов, А.Е. Устюжанин, Возможности использования технологии детерминированного хаоса в системах автономного адаптивного управления, Москва, сборник трудов ИСП РАН, с141-180, 2001*





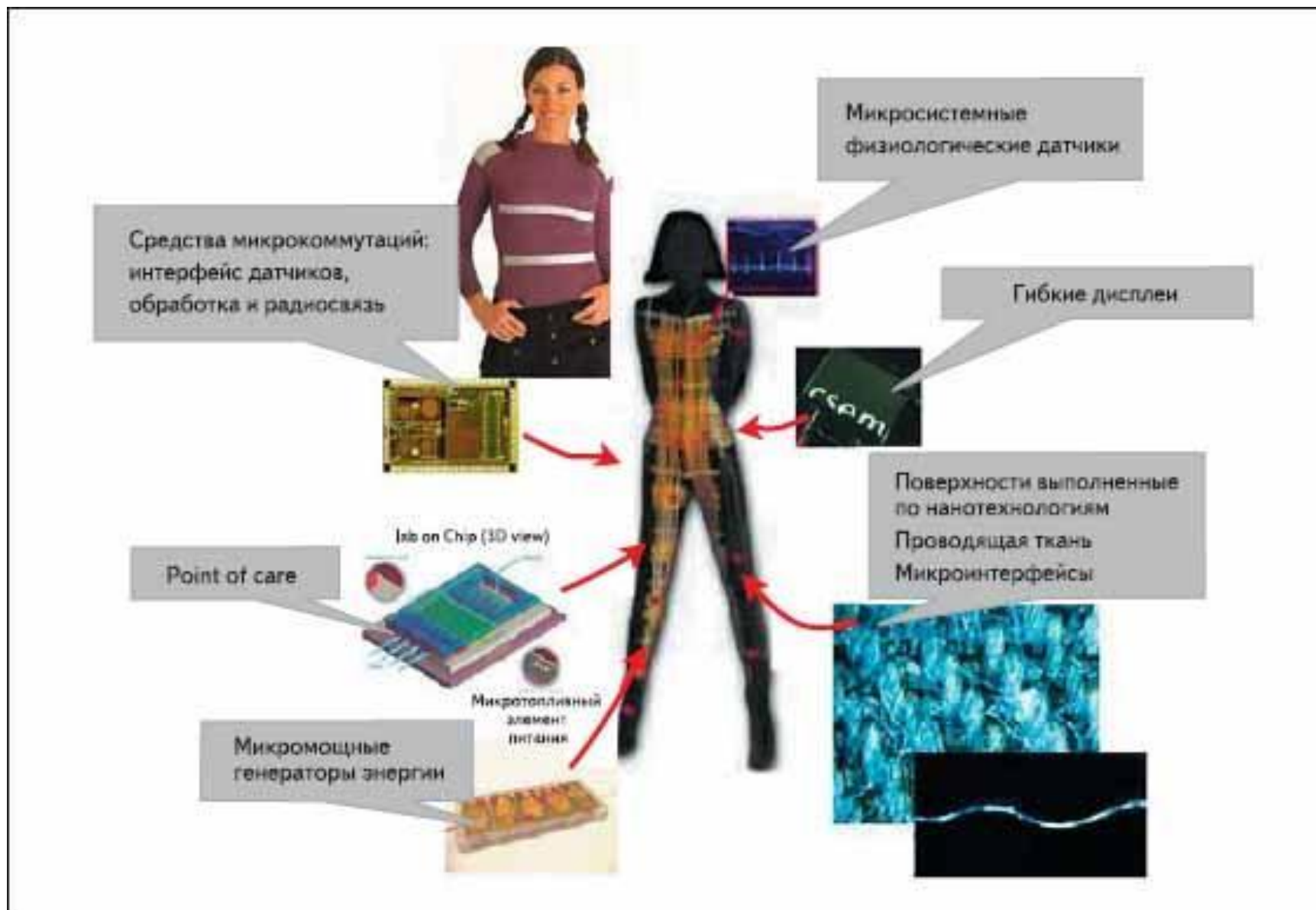




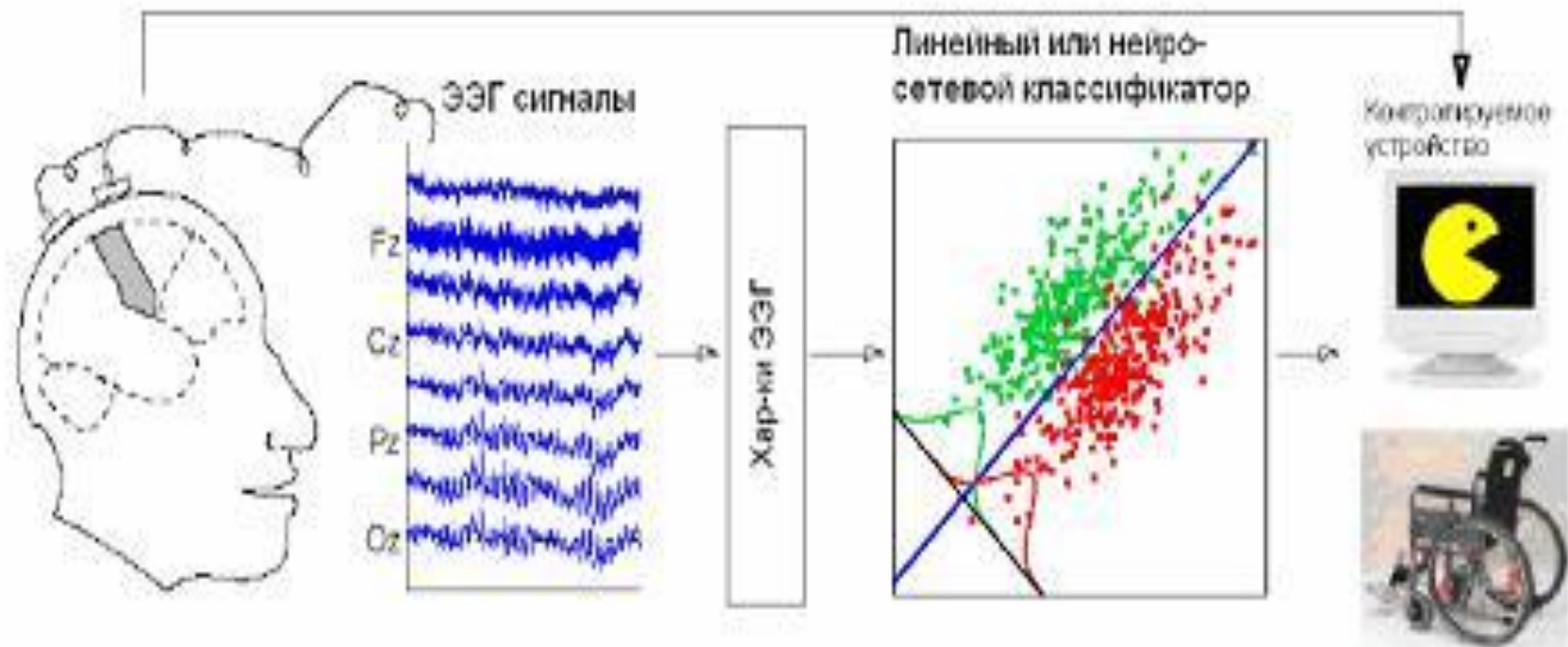
Искусственная рука

В прошлом году бывшая военнослужащая армии США - 26-летняя Клаудиа Митчелл стала первым в мире человеком, получившим бионический протез руки, который управляется одной лишь силой мысли. За это время она не только научилась пользоваться искусственной рукой, к ней вернулось осязание.

УМНАЯ ОДЕЖДА

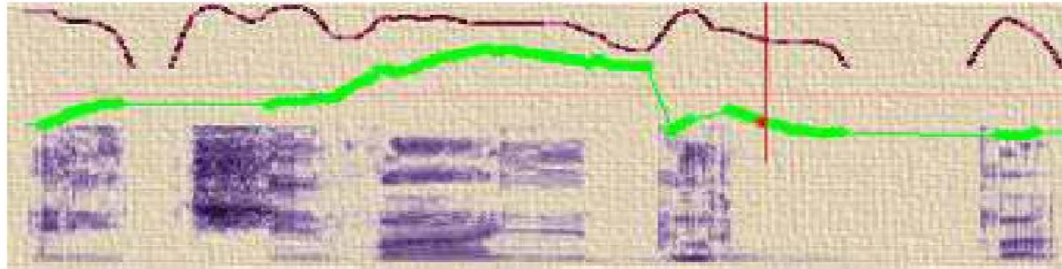






- ***BCI – это интерфейс между человеком и компьютером, который получает команды напрямую от мозга без совершения какого-либо физического движения или BCI использует электрофизиологические сигналы для управления внешними устройствами***
- Существует и обратный интерфейс:
- ***CBI (computer-to-brain interface) – это система реального времени, используемая для записи сообщений или команд прямо в мозг без использования обычных входных каналов мозга.***

РЕЧЕВАЯ ГРУППА

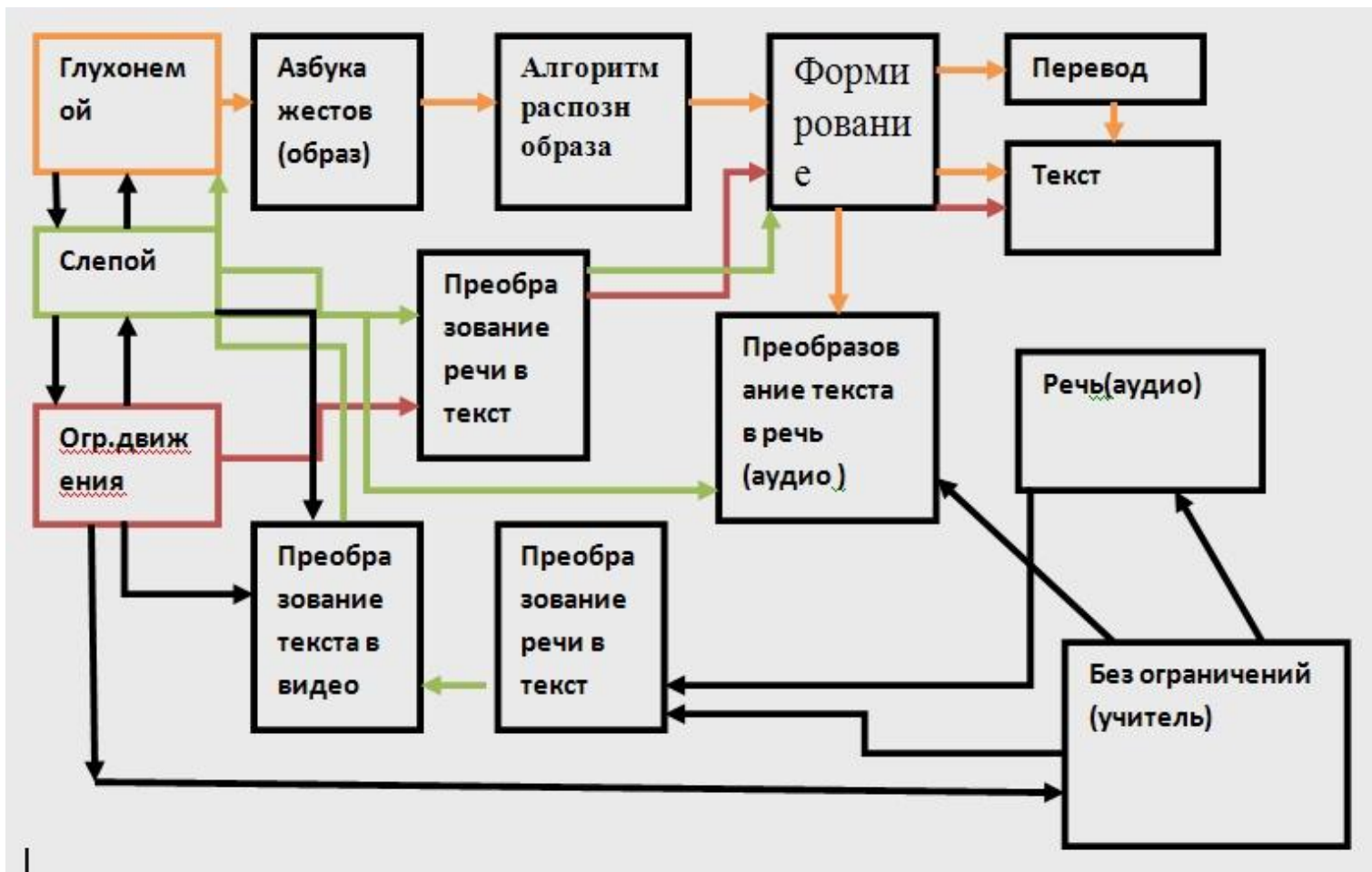


Москва, Воробьевы Горы, МГУ
I корпус гуманитарных факультетов
Филологический факультет. Тел: (095) 939-26-01

О ГРУППЕ РЕЧЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Группа речевых исследований при кафедре теоретической и прикладной лингвистики филологического ф-та МГУ представляет собой коллектив сотрудников, которых объединяет интерес к русской фонетике в разных ее аспектах (теоретическом, экспериментальном и прикладном). Руководитель группы — доктор филологических наук О. Ф. Кривнова. В создании группы (в 1992–1994 гг.) и ее работе в первой половине 90-х годов активное участие принимала Н. В. Зиновьева, которая, к сожалению, не работает с нами с 1997 г. В настоящее время в состав нашего коллектива входят: О. Ф. Кривнова, Л. М. Захаров, Г. С. Строкин. В группе в разное время работали И. Г. Фролова, А. В. Бабкин, А. Фролов, Г. О. Сидоров и др.

Схема комплексной системы информационного взаимодействия



2. Системы

**КОГНИТИВНОГО анализа
функциональных систем,
рефлекторных механизмов,
особенностей нейро-механизмов
реципроктной инервации,
нейроморфного моделирования
и**

**управления биологическими и
медицинскими процессами**

Исследование самоорганизации системных механизмов системогенеза личности с ограниченными физическими возможностями (церебральной патологией) в процессе получения знаний

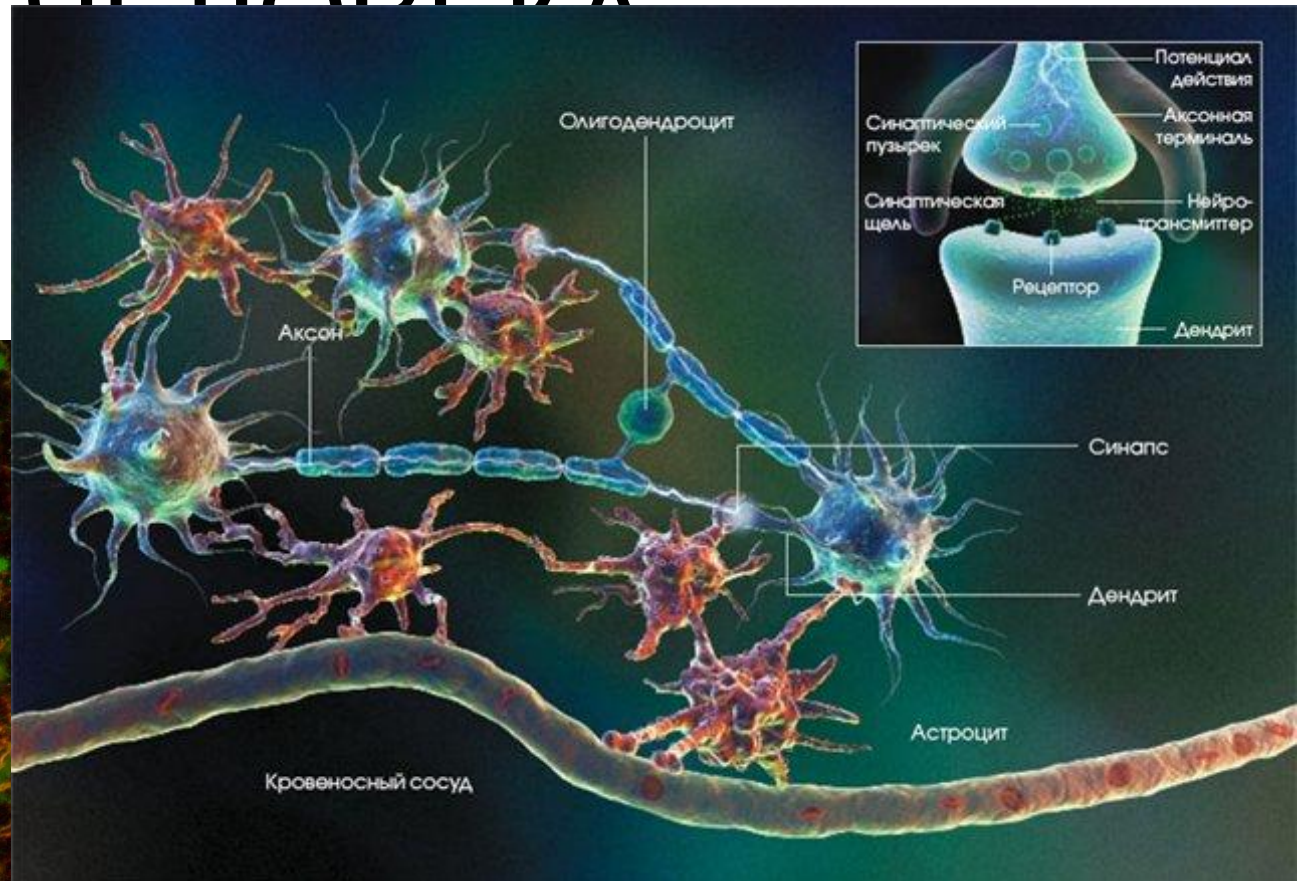
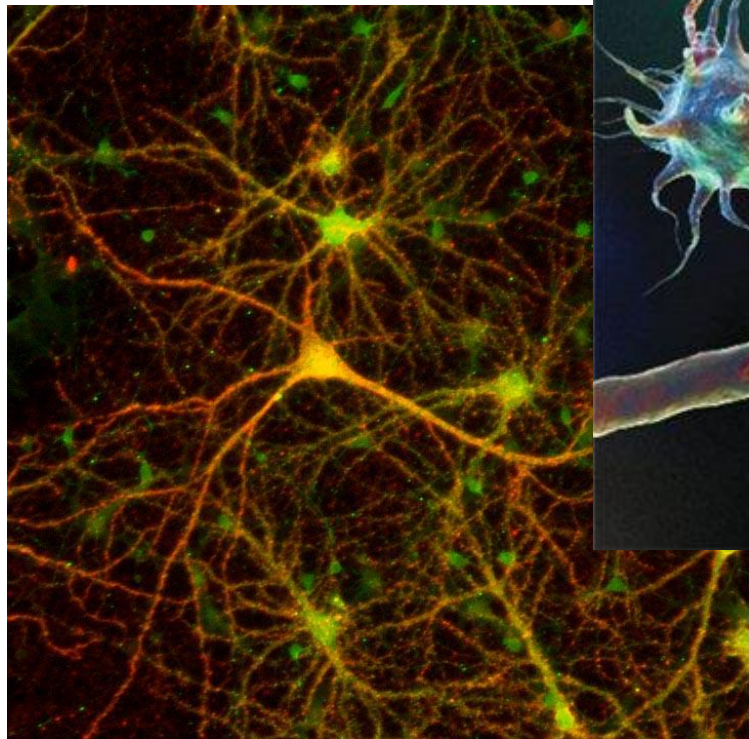
- **В психофизиологическом аспекте - механизмы поведения, - оптимальные программы мышечных сокращений, ответных реакций на внешние и внутренние раздражения организма, с минимальными затратами энергии.**
- Исходя из теории П.К. Анохина о саморегулирующихся системах, кора головного мозга и поперечно – полосатая мускулатура – это единый замкнутый процесс **соморегулирования**.
- Рефлекторный механизм координации двигательных актов, обеспечивающих согласованную деятельность мышц - антагонистов (сгибатели – разгибатели, отводящие – приводящие, ускоряющие – замедляющие и др.), составляет сущность **реципроктной инервации**.
- Естественно, нарушение **механизмов реципроктной инервации** приводит к дисбалансу состояния мускулатуры на различных уровнях и может проявляться в виде спастических или вялых параличей, нарушении рефлексов и координации движений, речи.

- Развитие медицинской науки определяет около 500 факторов, объясняющих причины церебральной патологии человека на нейронных структурах насчитывающих 50 млрд. нейронов и контролирующих 250 функциональных структур.
- Однако сам термин не отражает многообразия имеющихся при этом заболеваниях неврологических нарушений в структуре нервной системы человека, а диагностика и коррекция, при существующей медицинской аппаратуре не позволяет точно идентифицировать заболевания.
- Как известно, в основе дистрофических, аномальных процессов, при церебральной патологии, лежит нарушение «рефлекторных дуг» передачи информации от рецепторов периферии к нейронам спинного мозга, далее к соответствующим областям головного мозга и обратно к нейронам нервной системы спинного мозга, далее к соматическим узлам, регулирующих работу скелетных мышц, и к вегетативной (автономной - симпатической и парасимпатической) нервной системе, регулирующей работу внутренних органов.
- Сложность нейронной системы передачи информации и управления требует использования современных новых технических средств нейровизуализации, диагностики и опыта локализации мест нарушения рефлекторных дуг, а компенсация ограниченных физических возможностей человека с церебральной патологией, новых концепций и инновационных технологий.
- Один из подходов связан с когнитивной психологией, предельной параметризацией и развитыми в последние годы аналитическими методами нелинейной динамики

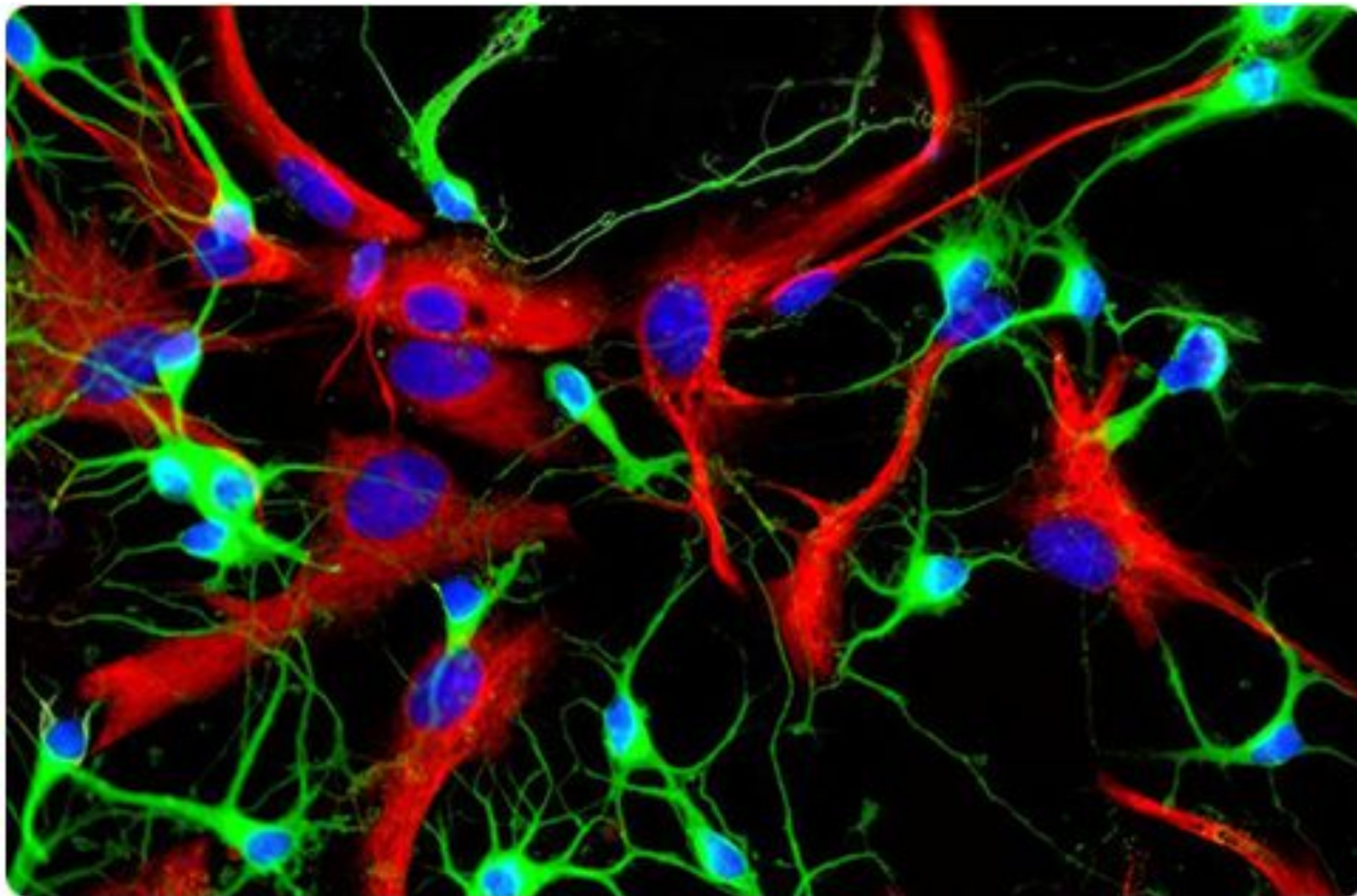
- В основе управления поведением человека лежат нейронные сети, которые организуют деятельность различных функциональных систем организма человека

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

ЦЕЛЛОРЕЖКА



В информационных процессах мозга
участвуют астроциты



Задача Анализа нарушений нейронных сетей и коррекции системных функций организма

включает

- Анализ функциональных систем и их характеристик,
- Анализ структуры нейронной сети человека и рефлекторных механизмов групп мышц, формирующих поведение,
- Анализ структуры нейронных сетей связанных с нарушением функций организма, (варианты, когда неизвестна нейронная структура и когда известна)
- Формирование нейроморфных и структурных математических моделей анализа и моделирования функциональных нарушений систем таких как зрения, слуха, обоняния, вестибулярного аппарата.
- Предварительные рекомендации коррекции функциональных систем организма при нарушении нейронных сетей с использованием операционных средств нейропротезирования, имплантатов и стволовых клеток

**Общий алгоритм решение задачи
анализа нарушений нейронных сетей
и коррекции системных функций организма.**

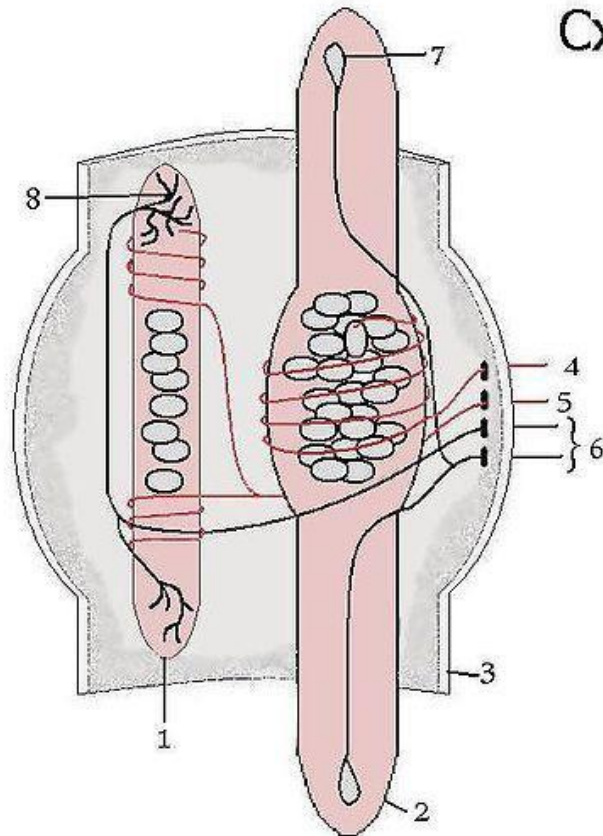


Нейроморфные системы и нейроморфное моделирование

М.Г.Кузьмина (ИИМ им. М.В.Келдыша РАН)

- Под **нейроморфными системами** понимаются модели искусственных нейронных сетей, архитектура и дизайн которых основаны на особенностях структуры и принципах работы реальных нейробиологических систем. Их моделирование стимулировано желанием понять и технически воплотить такие ключевые особенности нейронных структур мозга, как **высокая чувствительность, адаптивность, обучаемость, устойчивость к повреждениям, способность иметь дело с нечеткой, избыточной, зашумленной информацией и, наконец, параллельный и распределенный способ обработки информации.**
- **Нейроморфное моделирование** находится на пересечении нескольких областей исследований, в том числе **нейробиологии, теории нейронных сетей, математического моделирования, электронной техники.**
- В последнее десятилетие возрос интерес к **динамическим нейроморфным методам обработки информации.** Это связано с тем, что **колебательная нейронная активность, синхронизация и резонанс** используются как «рабочий инструмент» при функционировании многих структур мозга (зрительная система, слуховая система, обонятельная система, гиппокамп, таламо-кортикальная система, новая кора).

Схема мышечного веретена.

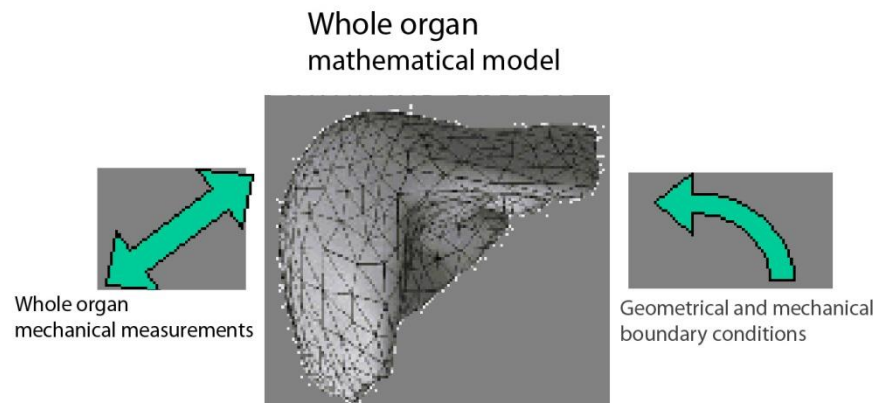


1. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными цепочкой.
2. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными в ядерной сумке.
3. Соединительно тканная капсула мышечного веретена.
4. Аfferентное нервное волокно типа Ia.
5. Аfferентное нервное волокно типа IIa.
6. Эfferентные гамма-нервные волокна.
7. Гамма-концевая пластинка.
8. Гамма-кустовидное нервное окончание.

Цель – разработать модели, позволяющие исследовать сложное поведение мягких внутренних органов (печень, почки, селезенка) под действием **хирургических вмешательств и имплантаций**.

Математическое моделирование используется в сочетании с **экспериментальными измерениями** и созданием **силиконовых моделей** мягких тканей.

Это позволяет получить объединенную информацию о реакциях мягких органов на медленную деформацию под действием терапии, давления и кручения, хирургические иссечения, а

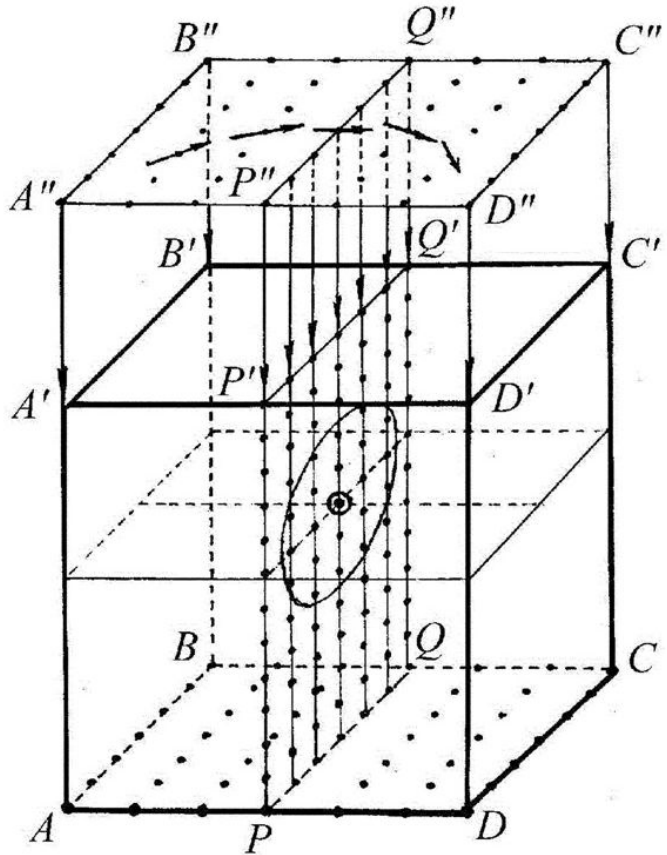


- Калифорнийский университет в Сан-Франциско
- Станфордский нац. вычислительный центр
- Станфордский центр современных хирургич. техн.
- Западно-австралийский университет
- Университет г. Тюбинген, Германия

Модель трехмерной осцилляторной нейросети (модель зрительной коры)

- Активный элемент сети – нейронный осциллятор;
- Пространственная архитектура $3D$ сети имитирует колончатую структуру зрительной коры (VC);
- «срабатывание» сети состоит в синхронизации ансамблей динамически связанных осцилляторов (кластеров); оно имитирует самоорганизованное коллективное поведение ориентационно-селективных (простых) клеток зрительной коры на низшей стадии обработки зрительной информации;
- Сеть предварительно настраивается параметрами предъявляемого зрительного изображения – массивом пар (яркостей пикселей и ориентаций элементарных сегментов изображения). При этом производится настройка как внутренней динамики сетевых осцилляторов, так и динамических сетевых связей.

Схема архитектуры 3D осцилляторной сети



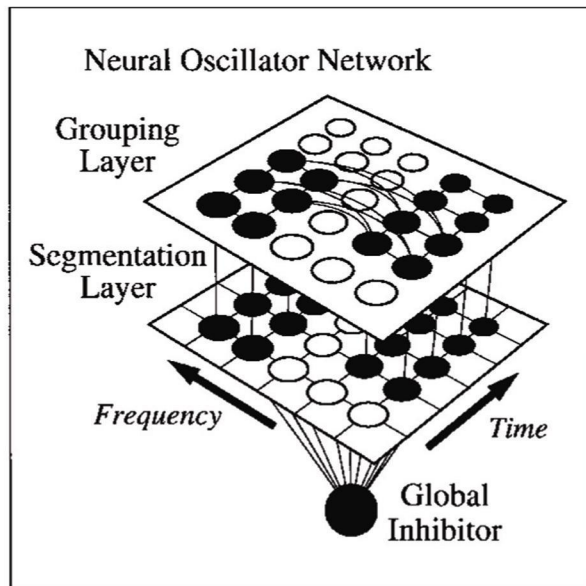
- Изображение, подлежащее сегментации, задано в виде пиксельного разложения на согласованной с ним 2D решетке
- В каждом узле решетки определены две характеристики изображения – **яркость** пикселя и **ориентация** элементарного сегмента
- Осцилляторы сети расположены в узлах 3D решетки внутри параллелепипеда так, что каждому **пикселю** соответствует одна **колонка** осцилляторов
- В каждом узле 3D решетки определены ориентации **рецептивных полей**
- Полное число осцилляторов сети равно $N \cdot K$, где N – размер пиксельного массива, а K – число осцилляторов в колонке.

Колебания в слуховой системе мозга

Подход к обработке смешанного акустического потока

- Биологически обоснованная **модель осцилляторной сети**, доставляющая метод выделения из смешанного акустического потока содержащихся в нем компонент, была построена Вангом и Брауном (D.Wang, G.J.Brown, 1999).
- Обработка потока состоит из двух этапов.
- **1.** На первом этапе находятся полный набор **частотно-временных характеристик потока** посредством пропускания его через **эталонную систему фильтров**, которая имитирует функции пропускания наружного и среднего уха. В каждом из каналов пропускания строятся а) **коррелограмма** и б) **интегральная коррелограмма**, позволяющая определить доминирующую частоту потока. Наконец, производится с) **кросс-корреляционный анализ** поступающего акустического потока.
- **2.** На втором этапе производится основная обработка потока с помощью **двуслойной осцилляторной сети**. При этом:
 - **первый слой** производит разложение полного смешанного потока на полный набор его **элементарных частотно-временных «сегментов»**;
 - **второй слой** производит **группирование** множества элементарных сегментов в составляющие поток **компоненты**, то есть, **новый синтез** смешанного потока из его **элементарных составляющих**.
-

Осцилляторно-сетевая обработка смешанного потока



Первый слой сети (segmentation layer) имеет возбуждающие **связи**, построенные на основе **кросс-корреляционной информации** о потоке. Кластеры синхронизованных осцилляторов, возникшие в этом слое, соответствуют распределению звуковой энергии потока на плоскости

Второй слой сети (grouping layer) имеет:

- внутренние связи**, зависящие от корреляционной информации потока и от структуры связей первого слоя;
- внешние (вертикальные) связи из первого слоя.**

Второй слой производит восстановление компонент смешанного акустического потока в следующей последовательности:

- восстановление **основной** (наиболее энергичной) компоненты потока;
- восстановление «**периферической**» части;
- восстановление «**средней**» части.

На последних двух этапах используются специальные **методы фильтрации.**

Разработка математической модели тренинга спортсмена-легкоатлета с ДЦП(ПОДА) Постановка проблемы



Модель динамики движения спортсмена-легкоатлета

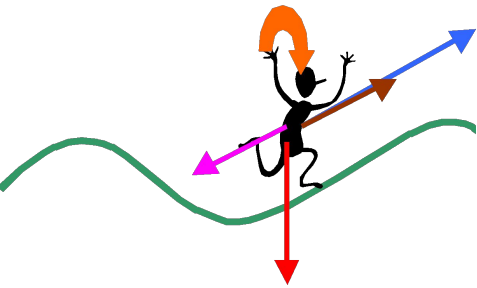


Рис. 1. Движение центра тяжести человека в декартовых осях и действующие силы

G – вес человека (кг),
 m – масса человека (кг сек²/м),
 g – ускорение силы тяжести (м/сек²),
 v – скорость движения (м/сек),
 P – сила движения (кг),
 X – сила лобового сопротивления (кг),
 θ – угол касательной к траектории с осью x .

Уравнение движения:

$$dv/dt = (P - X) / m - g \sin\theta,$$

$$dx/dt = v \cos \theta,$$

$$dy/dt = v \sin \theta.$$

$$\theta = \theta_{пр}(t).$$

Зависимость $\theta = \theta_{пр}(t)$ задаётся графически или в виде таблицы.

Сила движения $P = P_0 - \Delta P$,

где P_0 – базовая сила движения, может быть замерена на стенде,

ΔP – изменение силы движения, как функции психофизиологических и биофизических свойств организма $\Delta P = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ или $P = P_0 - (dP/dt)t$.

Масса человека может определяться по формуле:

$$m = m_0 - (dm/dt)t,$$

где m – масса человека в момент t ,

m_0 – масса человека в момент t ,

dm/dt – расход массы,

t – время в минутах.

Сила лобового сопротивления человека определяется по формуле:

$$X = C_x(\rho v^2/2)S,$$

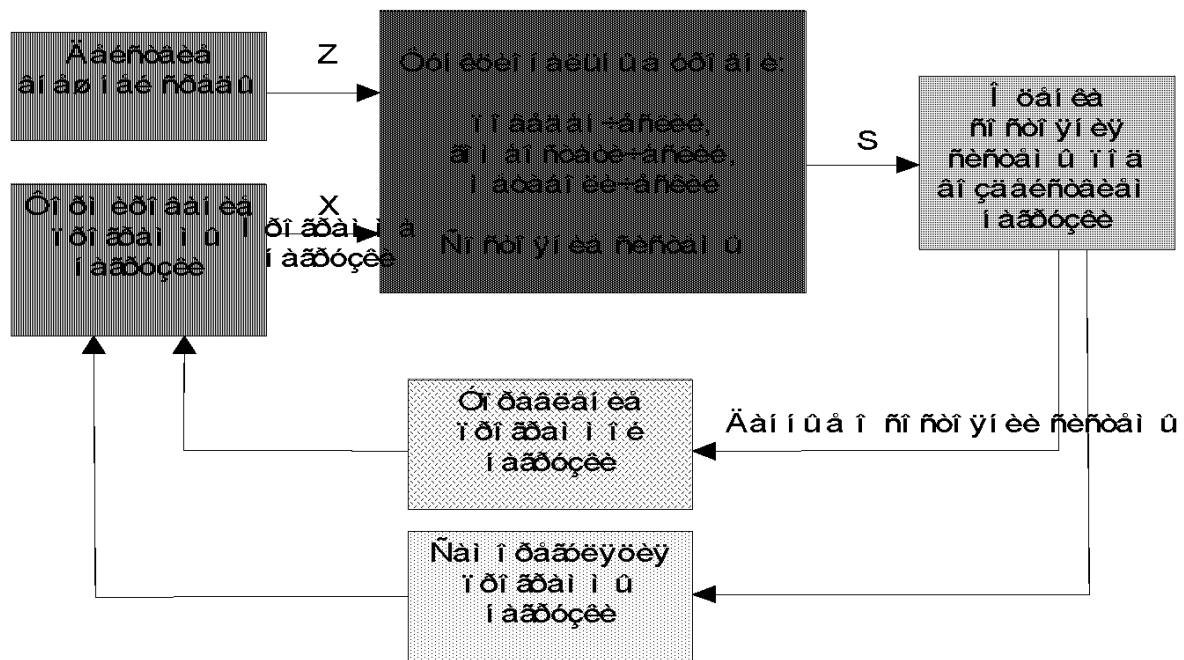
где C_x – коэффициент силы лобового сопротивления,

ρ – плотность воздуха,

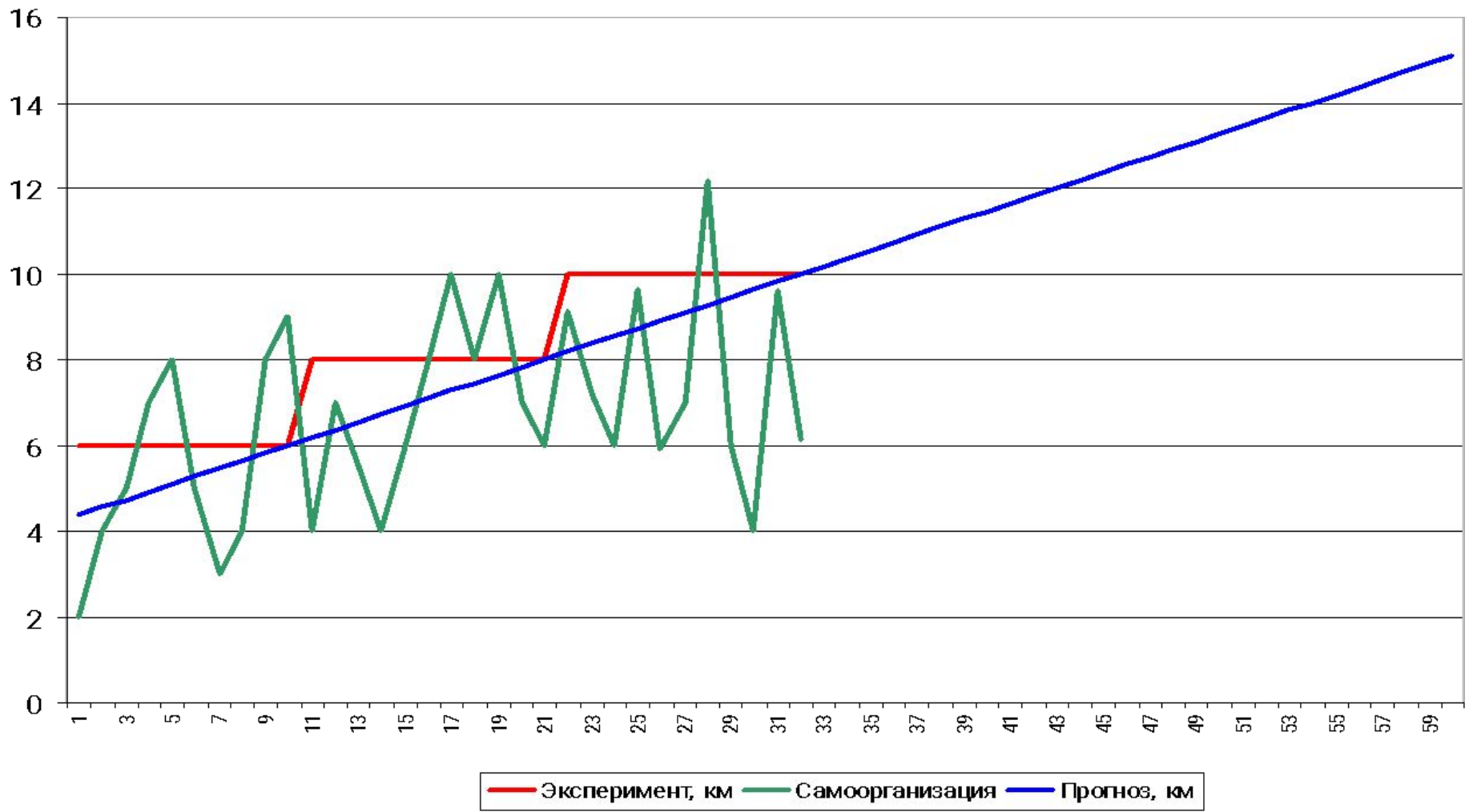
v – скорость (м/сек),

S – площадь сопротивления тела человека (м²).

Формирование программы тренинга



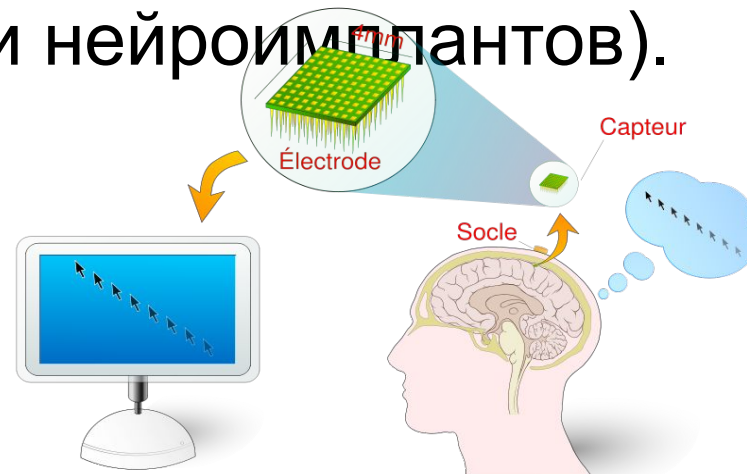
Блок – схема процесса подготовки спортсмена-легкоатлета.



КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕННЫХ СИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

При нарушении нейронных сетей могут быть использованы нейроморфные и структурные математические модели для предварительного анализа и рекомендаций по применению операционных средств нейропротезирования, имплантатов и стволовых клеток.

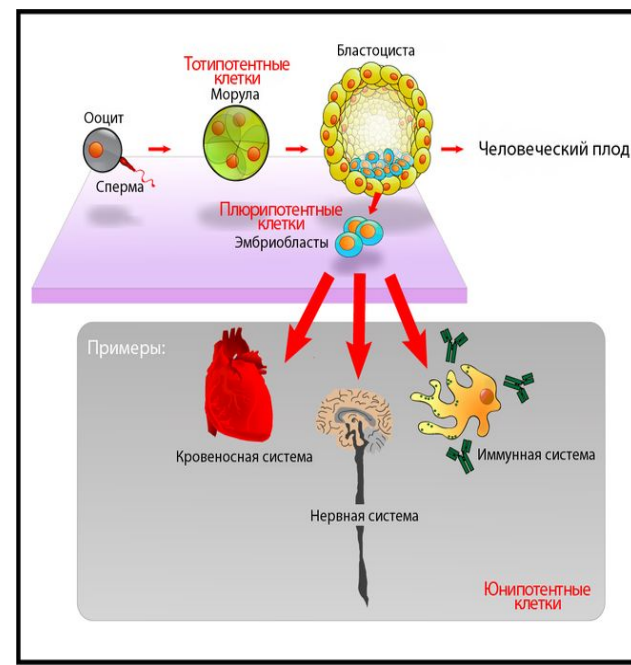
- Нейропротезирование — область неврологии, занимающаяся созданием и имплантацией искусственных устройств для восстановления нарушенных функций нервной системы или сенсорных органов (нейропротезов или нейроимплантов).



- Имплантаты (также ошибочно импланты, от англ. implant) — класс изделий медицинского назначения, используемые для вживления в организм либо в роли протезов (заменителей отсутствующих органов человека), либо в качестве идентификатора (например, чип с информацией о домашнем животном, вживляемый под кожу).

Коррекция системных функций организма путём самовоспроизведения органов с использованием **СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК**

- Стволовые клетки — иерархия особых клеток живых организмов, каждая из которых способна впоследствии изменяться (дифференцироваться) особым образом (то есть получать специализацию и далее развиваться как обычная клетка). Стволовые клетки способны асимметрично делиться, из-за чего при делении образуется клетка, подобная материнской (самовоспроизведение), а также новая клетка, которая способна дифференцироваться.



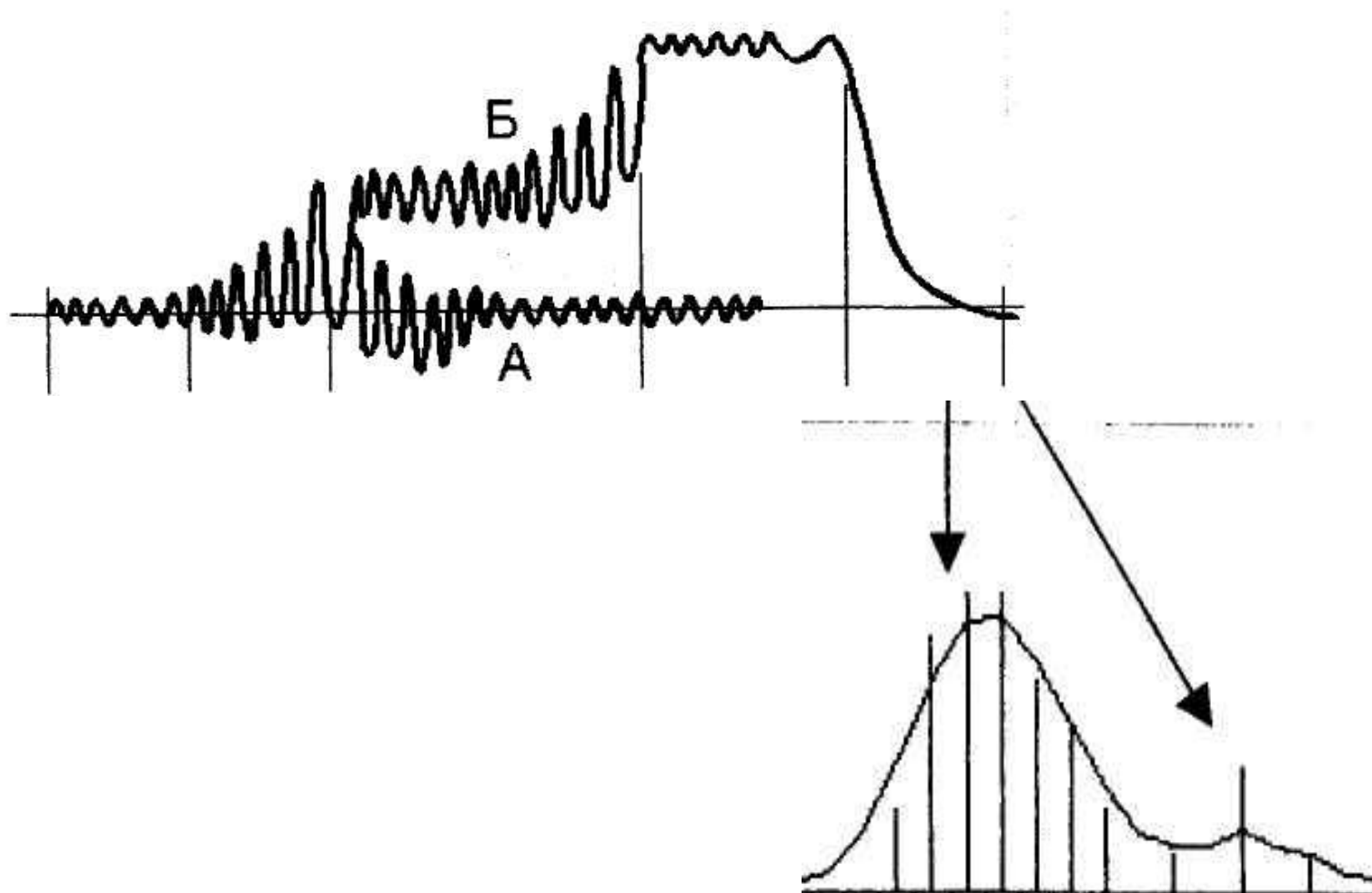
Роботизированная система "**Да Винчи**" состоит из 3 основных частей, которые образуют функциональное единство. Это панель управления, операционная панель и оптическая система

В настоящее время в мире уже выполнены тысячи операций с использованием DA VINCI и ZEUS.

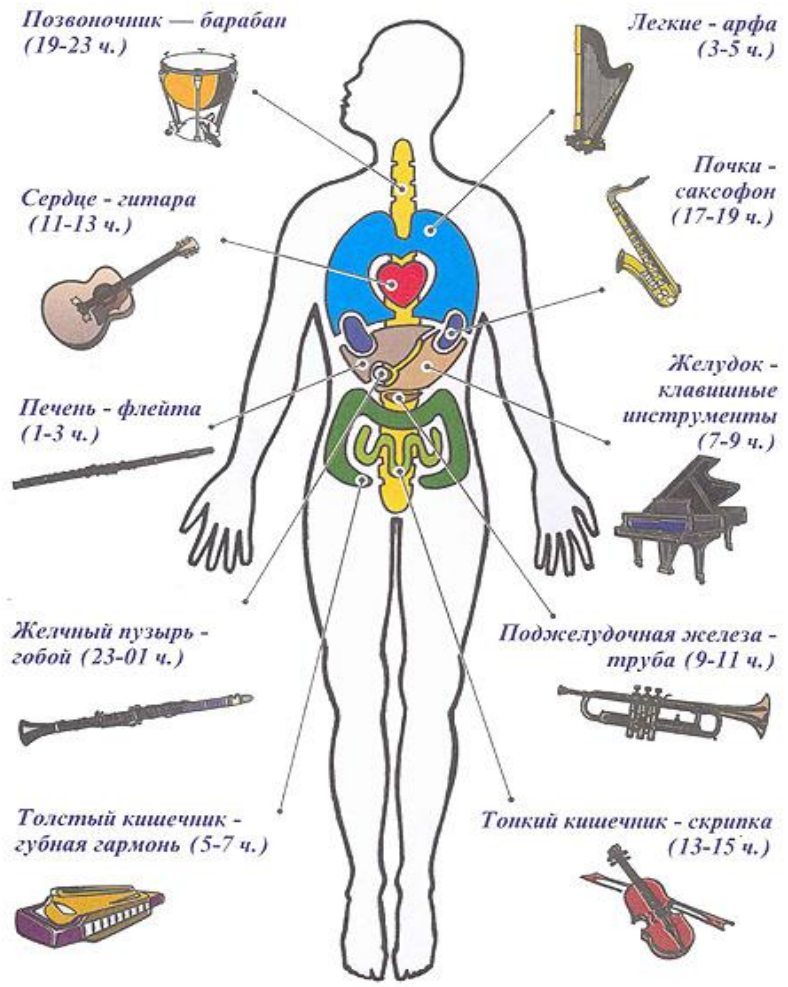


**3. Системы
физиотерапии,
энергоинформационной
биорезонансной
и
мультирезонансной
терапии;**

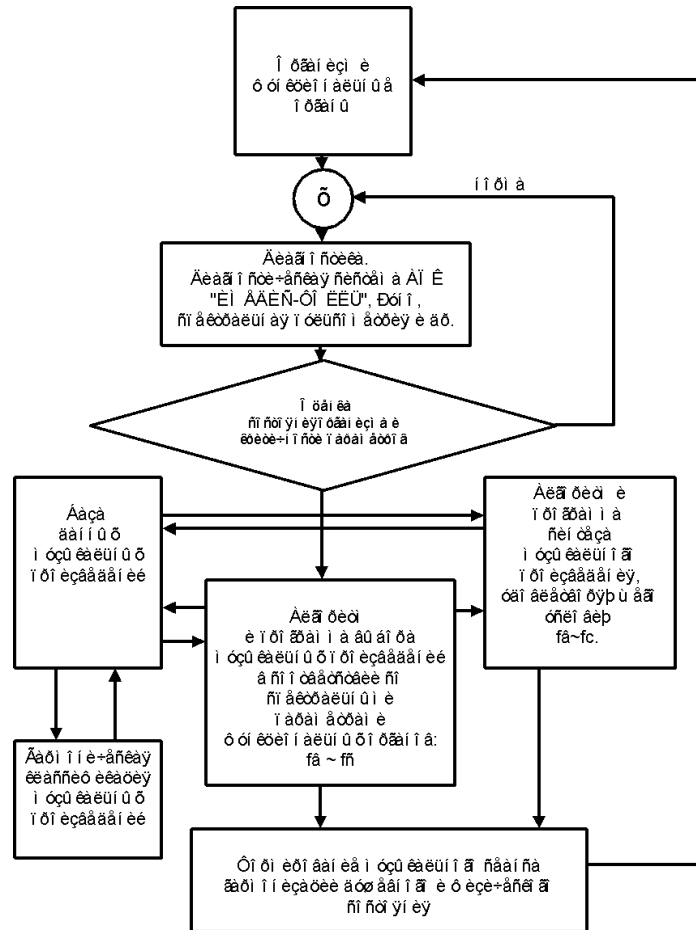
Схема работы внутреннего органа при нагрузках
График спектрального индекса человека.
Два центра регуляции.



Первое и единственное
в России
методическое пособие
по музыкотерапии для
врачей и клинических
психологов
утвержденное
Министерством
Здравоохранения Р.Ф.
в 2001 году (автор
врач-музыкотерапевт
Рушель Блаво.)



Структура общего алгоритма формирования музыкального сеанса по воздействию на организм





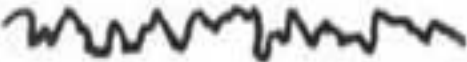
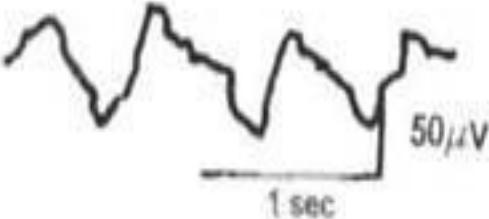
- Таблица воздействия цвета на различные органы человека.

№	Цвет	Предел, ММК	Внешние и внутренние органы
1	Фиолетовый	390-450	Головной мозг
2	Синий	450-480	Уши, почки, мочевой пузырь
3	Голубой	480-510	Горло, перикард, тройной обогреватель
4	Зеленый	510-550	Глаза, печень, желчный пузырь
5	Желто-зеленый	550-575	Нос, легкие, толстый кишечник
6	Желтый	575-585	Рот, поджелудочная железа,
7			желудок
8	Оранжевый	585-620	Спинной мозг
9	Красный	620-800	Язык, сердце, тонкий кишечник
10	Пурпурный	Переходный	Кровь
	Черный	-	Движение цветовой информации сверху вниз (от головного к спинному мозгу)
11	Белый	+	Движение цветовой информации снизу вверх (от спинного к головному мозгу)

Соотношение восприятия цвета больными и здоровыми людьми.

Больные		Здоровые	
Предпочитаемый цвет, %	Отвергаемый цвет, %	Предпочитаемый цвет, %	Отвергаемый цвет, %
Голубой – 40 Зеленый – 20 Оранжевый – 20 Синий, фиолетовый – по 10	Фиолетовый – 50 Красный – 30 Синий – 10 Желтый – 10	Зеленый – 40 Голубой – 40 Фиолетовый – 10 Синий – 10	Фиолетовый – 25 Оранжевый – 35 Красный – 35 Желтый – 5

Волновая структура мозга в различных состояниях

EEG Pattern	Name	Frequency	Psychological State
	Beta	14 - 40	Alert
	Alpha	8 - 13	Usually eyes closed, relaxed wakefulness
	Theta	4 - 8	Hypnagogic state, early stages of sleep
	Delta	1 - 4	Deep Sleep

Также цвет очень широко используется совместно со звуком. Существует специальное устройство, оно используется для тренировки мозга, для отдыха и релаксации, для снов.

Это устройство называется «Майндмашина» (mindmachine)

В дословном переводе этот термин означает «машина для ума».

Для этих приспособлений существует множество дисков с «упражнениями» - это различные программы которые воздействуют на наш мозг.

В ряде книг по технологиям бизнеса зарубежные авторы участливо советуют новоиспеченным российским бизнесменам: «Если Вы сильно устаете на работе, то воспользуйтесь MIND MACHINE!»

Схема воздействия майндмашины и результаты





**4. Технологии
самоорганизации системных
механизмов поведения
(системогенеза) личности,
реализующих эффективный
творческий процесс формирования
профессиональных знаний и умений
на базе когнитивных, виртуальных,
системных, информационных
технологий**

**Таким образом,
как информационные технологии,
так и средства когнитивной,
виртуальной психологии,
активизирующие самоорганизацию
функциональных систем,
системных механизмов поведения
личности,
в информационном творческом процессе
формирования профессиональных
знаний и умений,
гарантируют определённый уровень
социальной защищённости.**

Благодарю за внимание