3 ноября 2011
РГСУ

Первая Всероссийская молодёжная конференция

Медицина и робототехника

Москва 2011

Московский государственный гуманитарно-экономический институт

Никольский

Анатолий Евгеньевич

профессор,

кафедры Прикладной математики и информатики МГГЭИ,

к.т.н.,

тема:

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
УС ↔ ОУ,
УС: (УСа, ИУП, ЧУ),

Где

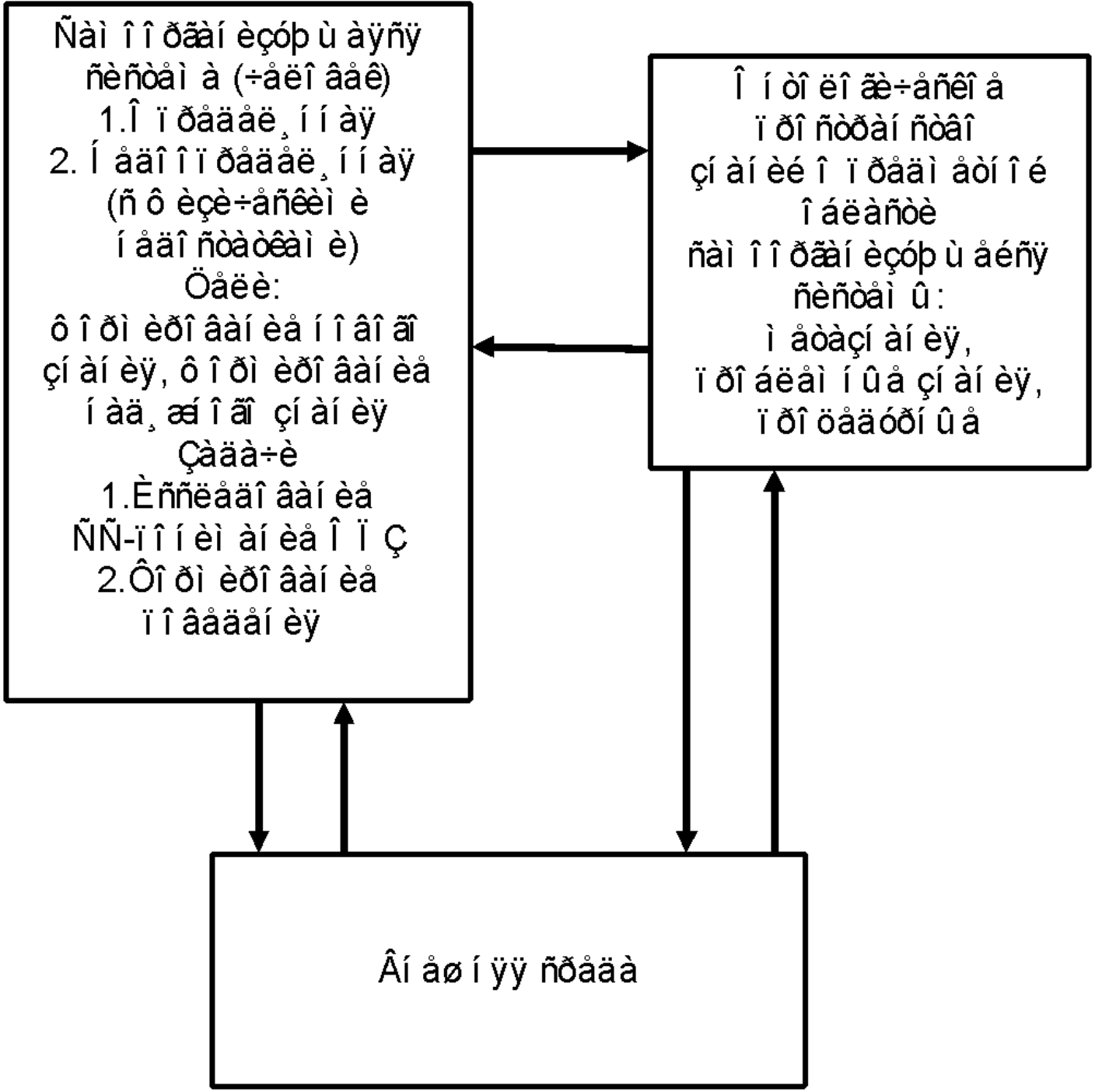
ОУ- объект управления - обучаемая личность осуществляет взаимодействие с УС через ИУП по различным информационным каналам, таким как зрительный, тактильный, биомеханический, слуховой, обонятельный, вестибулярный и другие, характеризующимся параметрами ki, i= 1,2…,l. В каждом из каналов человеком, как 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 ai, i=1,2, …, m, а структура ОрУ - элементы управления (клавиатура, ручки, тумблеры, контакты и др.) с параметрами bi, i=1, 2, …, k.

УСа- функционально - алгоритмическая структура управления

ЧУ - Человек учитель


Ñàì î î ðãàí èçóþ ù àÿñÿ
ñèñòåì à (÷åëî âåê)
1.Î ï ðåäåë¸ í í àÿ
2. Í åäî ï ðåäåë¸ í í àÿ
(ñ ô èçè÷åñêèì è
í åäî ñòàòêàì è)
Öåëè:
ô î ðì èðî âàí èå í î âî ãî
çí àí èÿ, ô î ðì èðî âàí èå
í àä¸ æí î ãî çí àí èÿ
Çàäà÷è
1.Èññëåäî âàí èå
ÑÑ-ï î í èì àí èå Î Ï Ç
2.Ôî ðì èðî âàí èå
ï î âåäåí èÿ
Î í òî ëî ãè÷åñêî å
ï ðî ñòðàí ñòâî
çí àí èé î ï ðåäì åòí î é
î áëàñòè
ñàì î î ðãàí èçóþ ù åéñÿ
ñèñòåì û:
ì åòàçí àí èÿ,
ï ðî áëåì í ûå çí àí èÿ,
ï ðî öåäóðí ûå
Âí åø í ÿÿ ñðåäà

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;

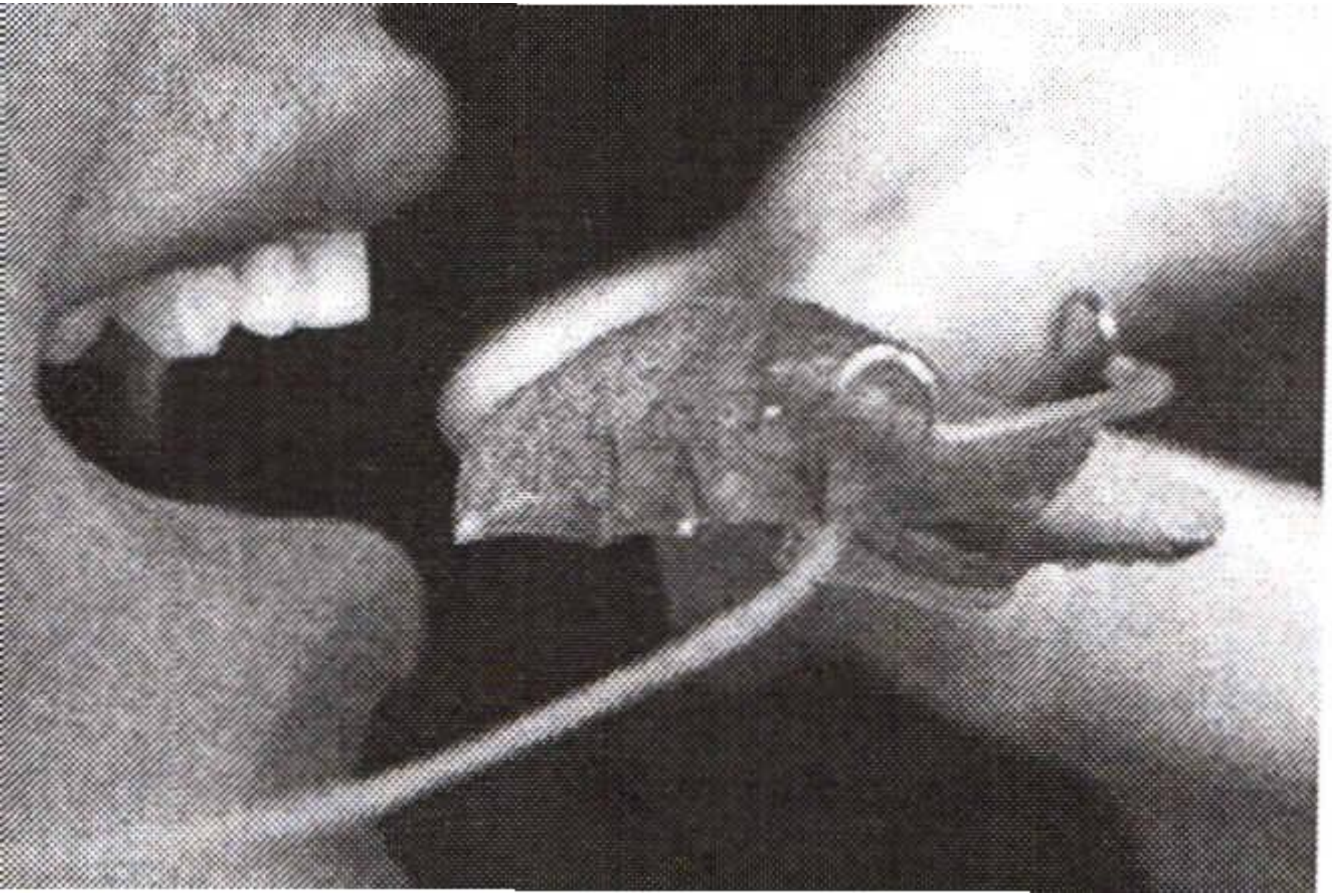
Человеко-машинные системы

	A					B			
	ВИДЯЩИЙ	**СЛЕПОЙ**	**ГОВОРЯЩИЙ**	**ЖЕСТЫ**		**ВИДЯЩИЙ**	**СЛЕПОЙ**	**ГОВОРЯЩИЙ**	**ЖЕСТЫ, ДВИЖЕНИЯ**
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 клавиаторы
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.

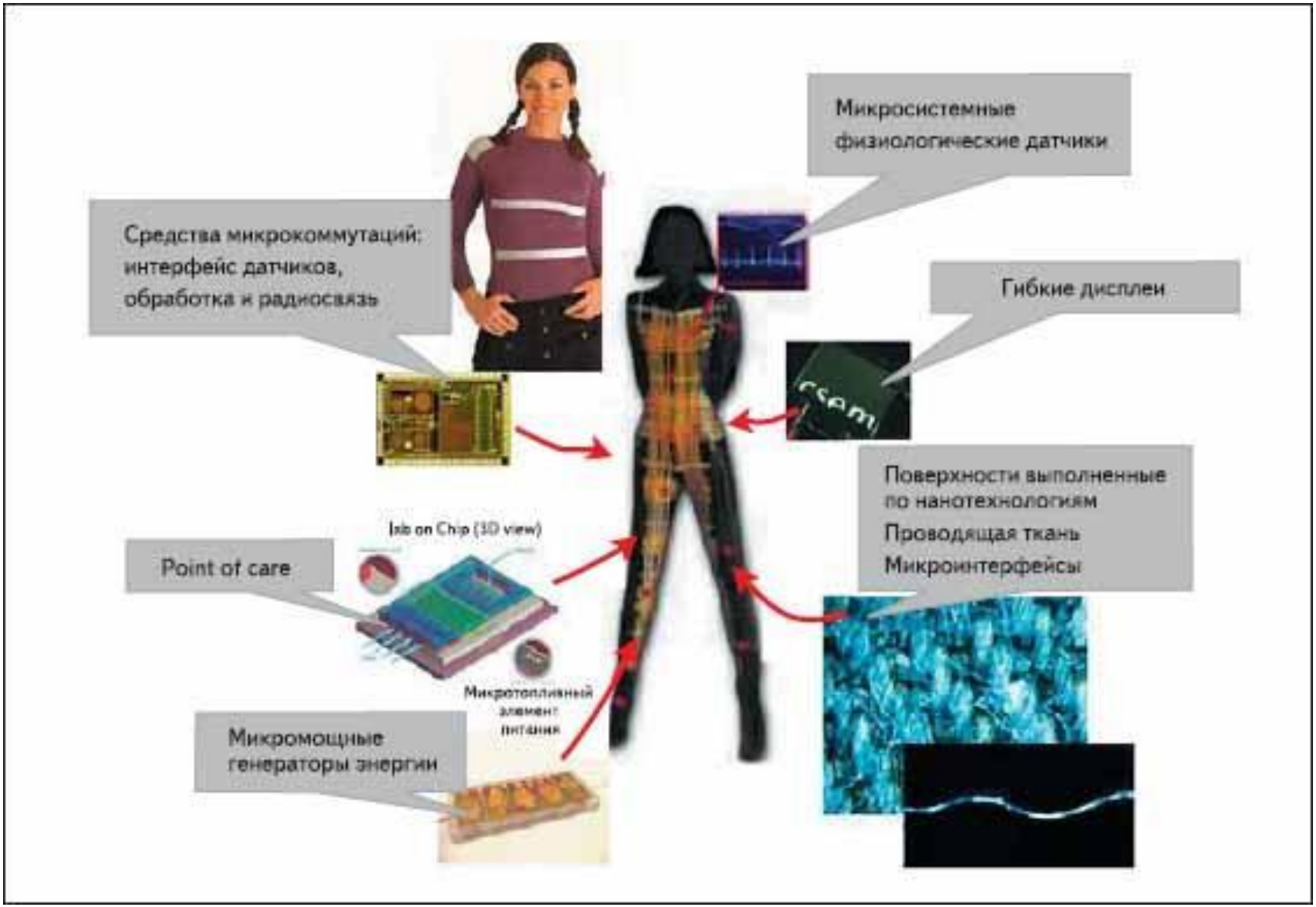
- *А. А. Жданов, А.Е. Устюжанин,* Возможности использования технологии детерминированного хаоса в системах автономного адаптивного управления, Москва, сборник трудов ИСП РАН, с141-180, 2001



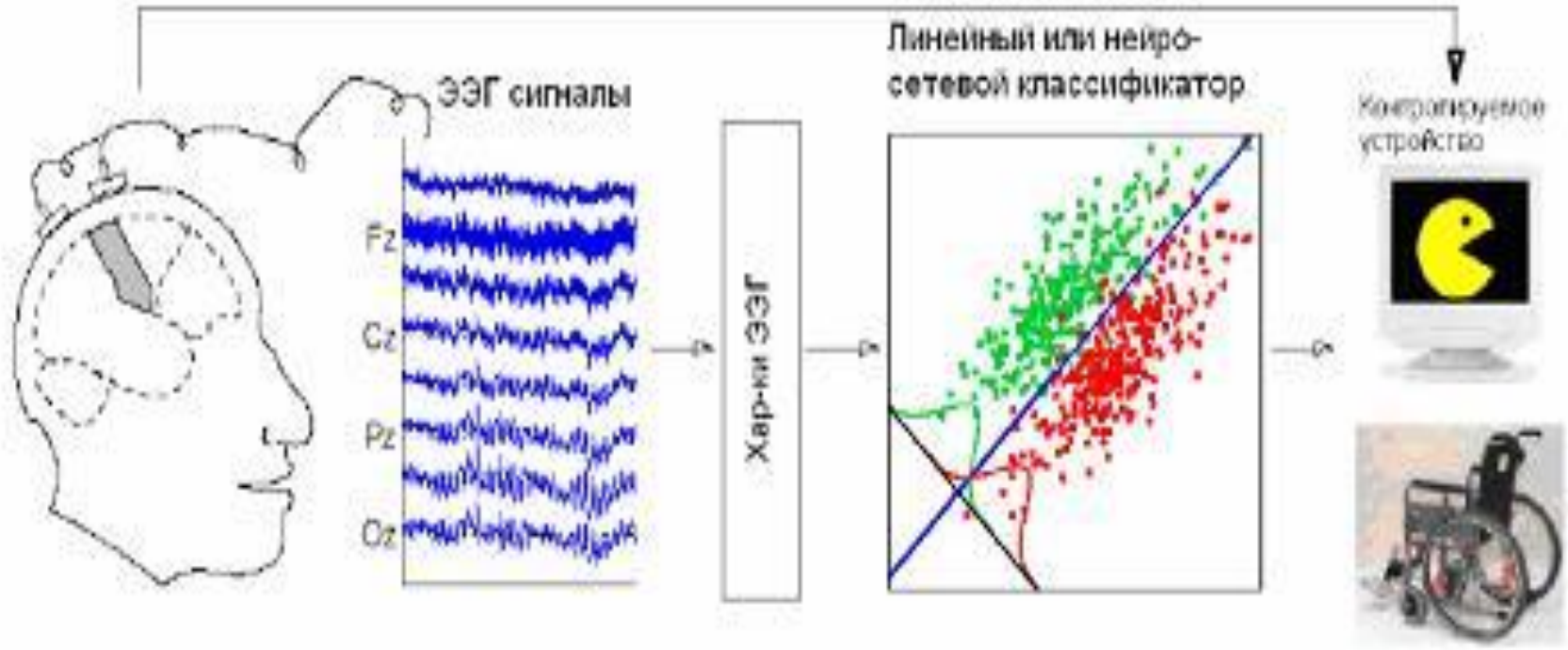
Искусственная рука

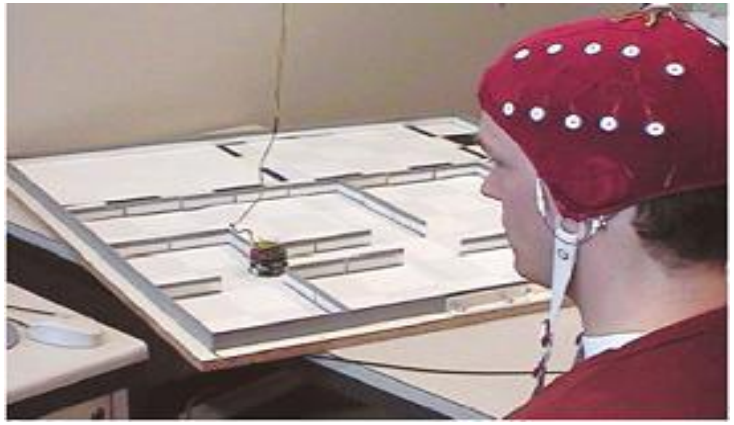
В прошлом году бывшая военнослужащая армии США - 26-летняя Клаудиа Митчелл стала первым в мире человеком, получившим бионический протез руки, который управляется одной лишь силой мысли. За это время она не только научилась пользоваться искусственной рукой, к ней вернулось осязание.

УМНАЯ ОДЕЖДА



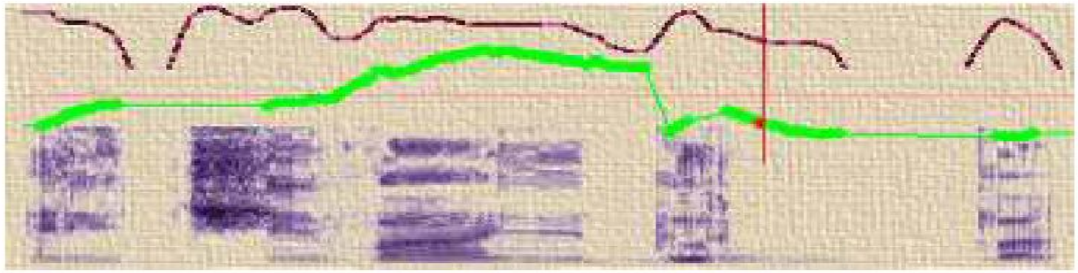
2020
U.S. ARMY
NATICK
OLDIER
ENTER
2010


ЭЭГ сигналы
Fz
Cz
Pz
Oz
Хар-ки ЭЭГ
Линейный или нейро-
сетевой классификатор
Контролируемое
устройство



- ***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

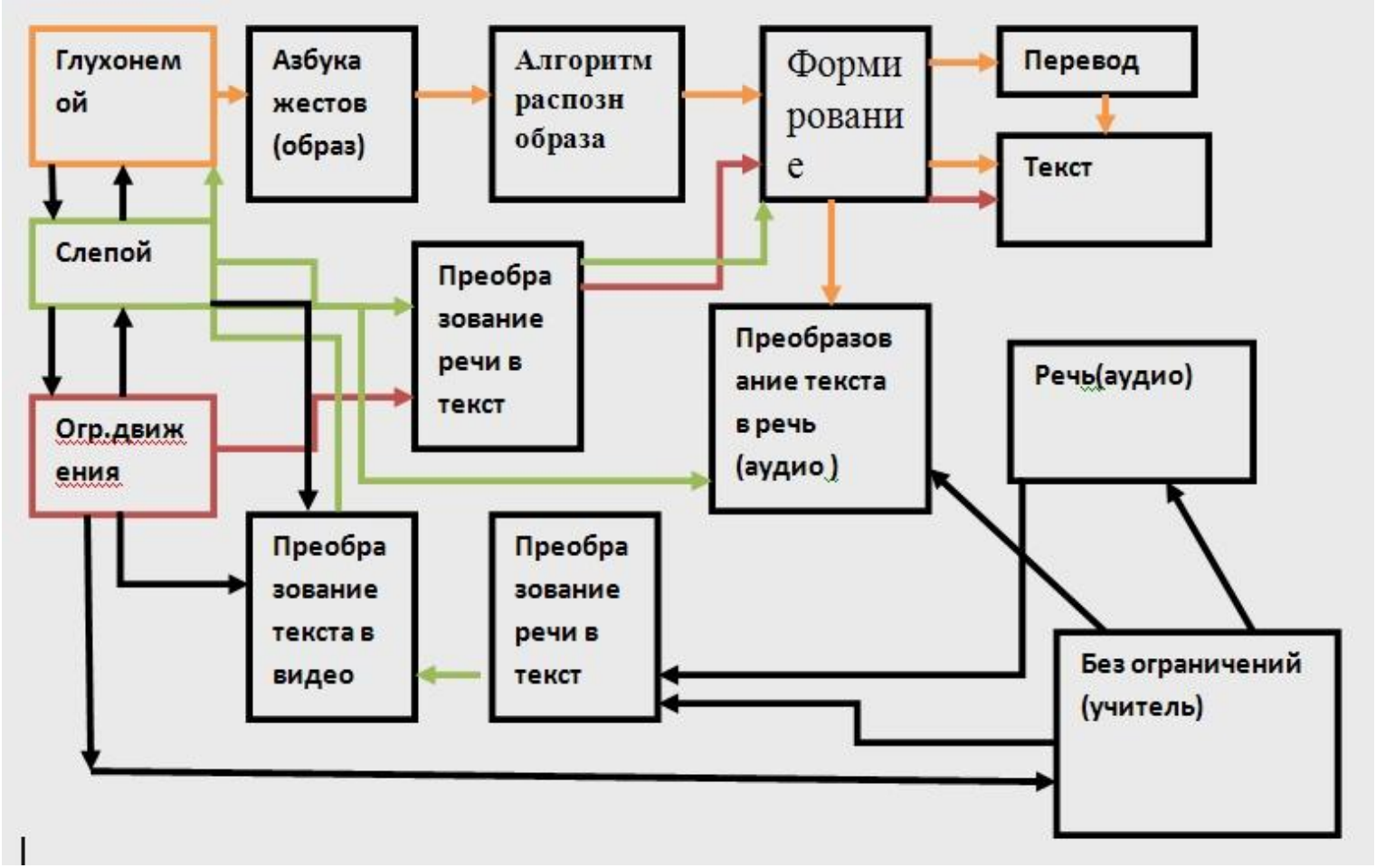


Москва, Воробьевы Горы, МГУ
I корпус гуманитарных факультетов
Филологический факультет. Тел: (095) 939-26-01

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

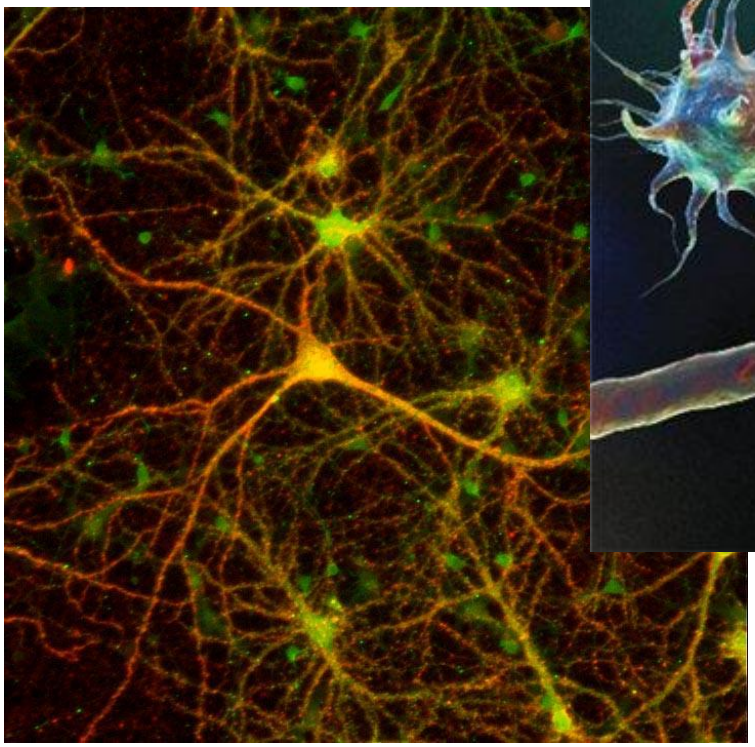
Исследование самоорганизации системных механизмов системогенеза личности с ограниченными физическими возможностями (целебральной патологией) в процессе получения знаний

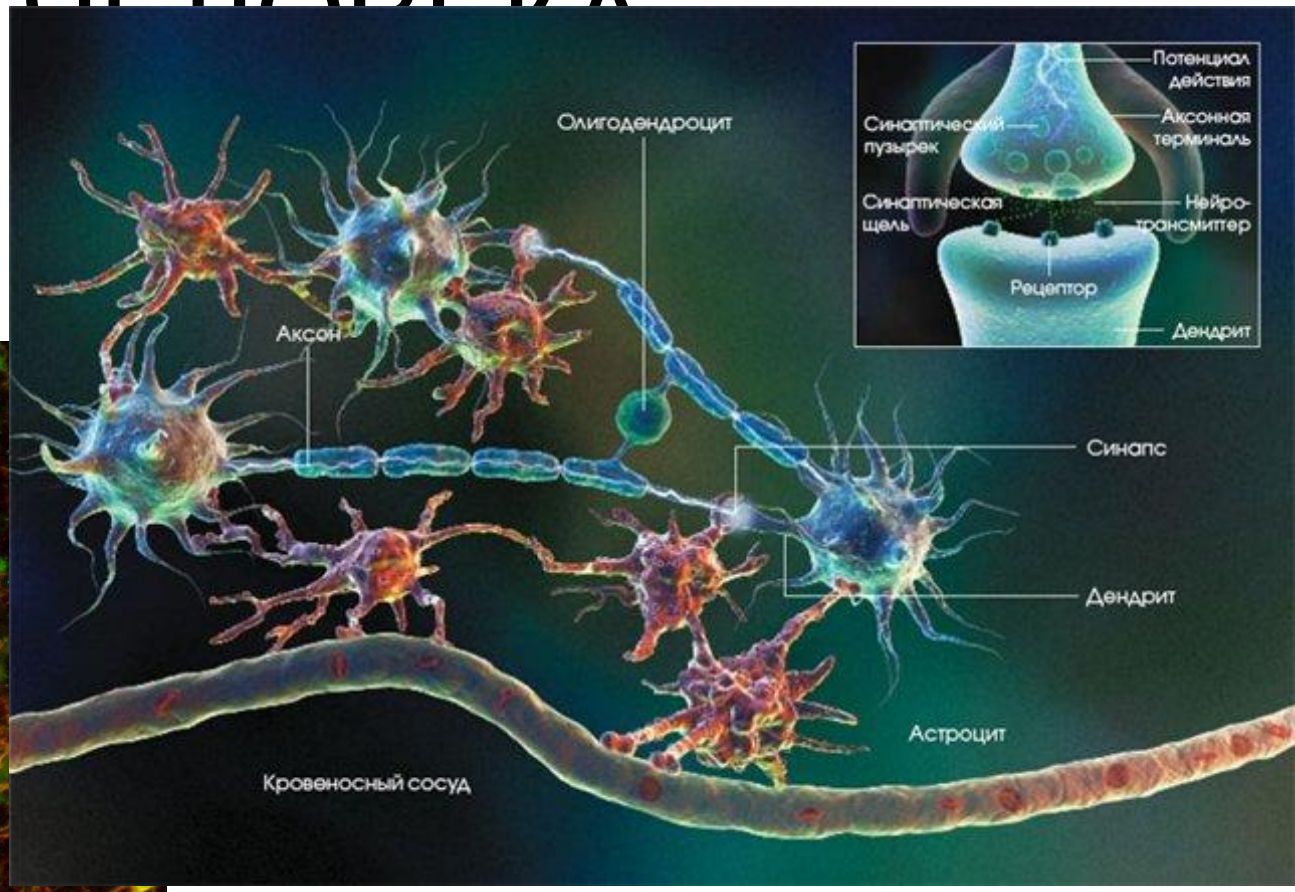
- **В психофизиологическом аспекте - механизмы поведения, - оптимальные программы мышечных сокращений, ответных реакций на внешние и внутренние раздражения организма, с минимальными затратами энергии.**
- Исходя из теории П.К. Анохина о саморегулирующихся системах, кора головного мозга и поперечно – 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 заболевании 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

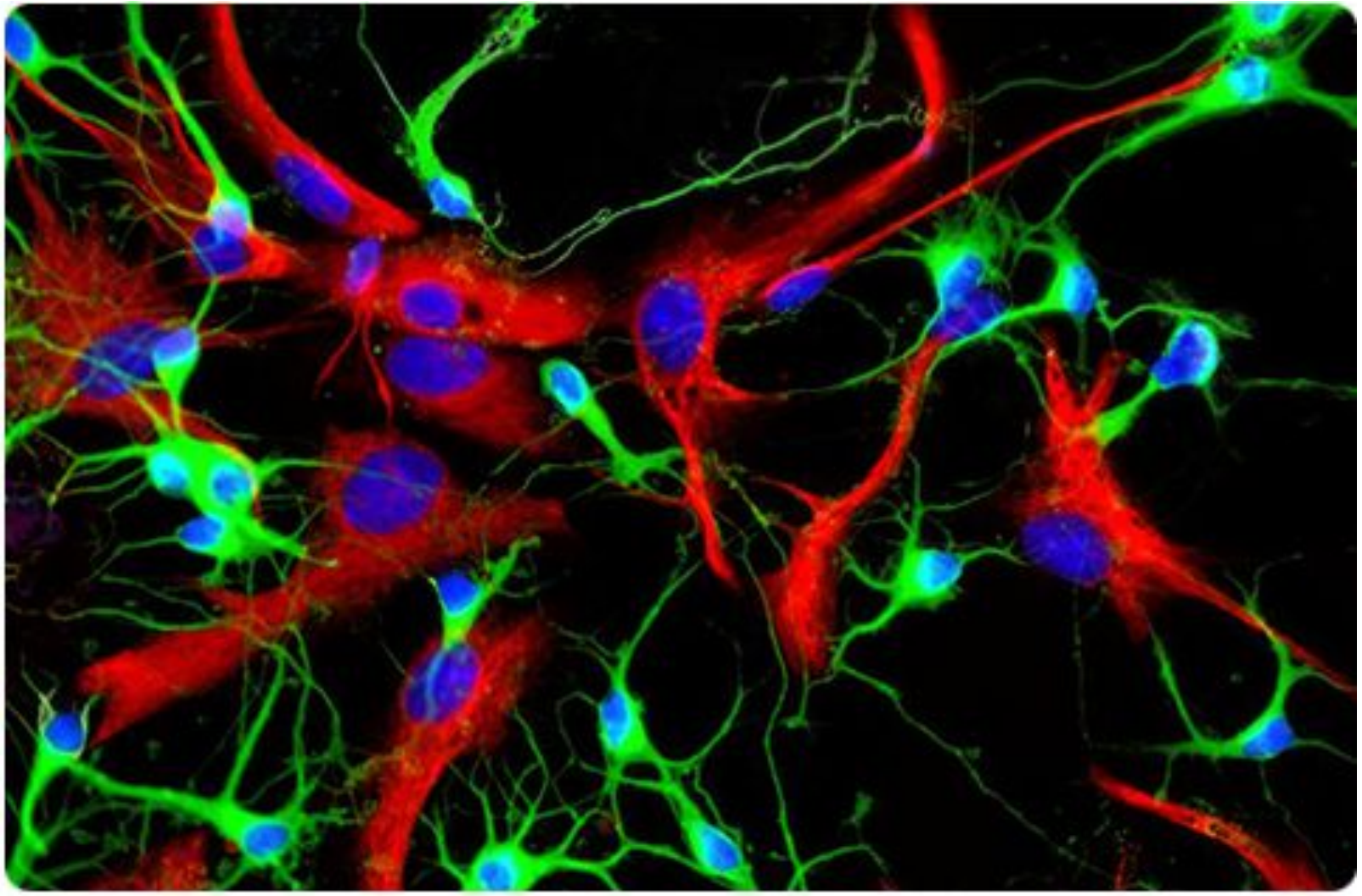
- В основе управлением поведением человека лежат нейронные сети, которые организуют деятельность различных функциональных систем организма человека

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ЧЕЛОВЕКА





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

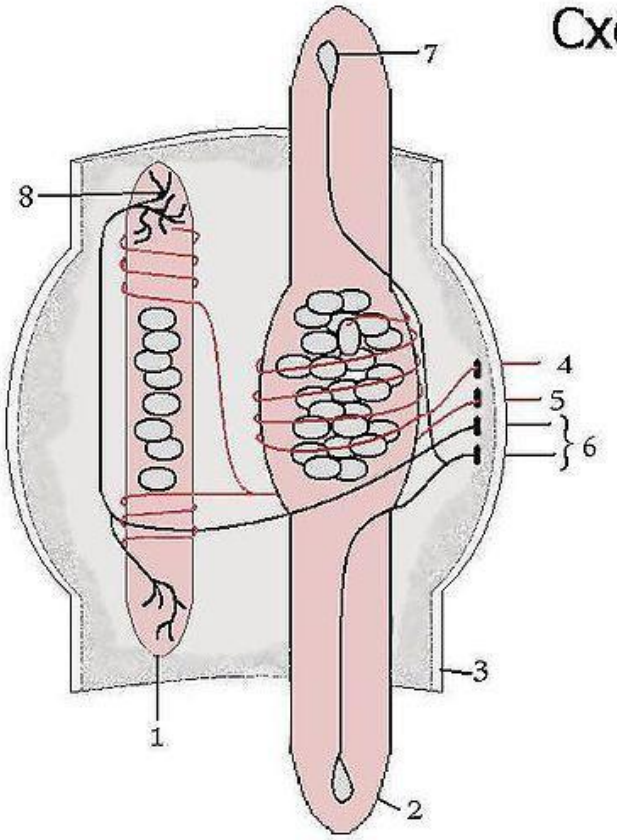
Общий алгоритм решение задачи анализа нарушений нейронных сетей и коррекции системных функций организма.

Нейроморфные системы и нейроморфное моделирование

М.Г.Кузьмина (ИПМим. 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.

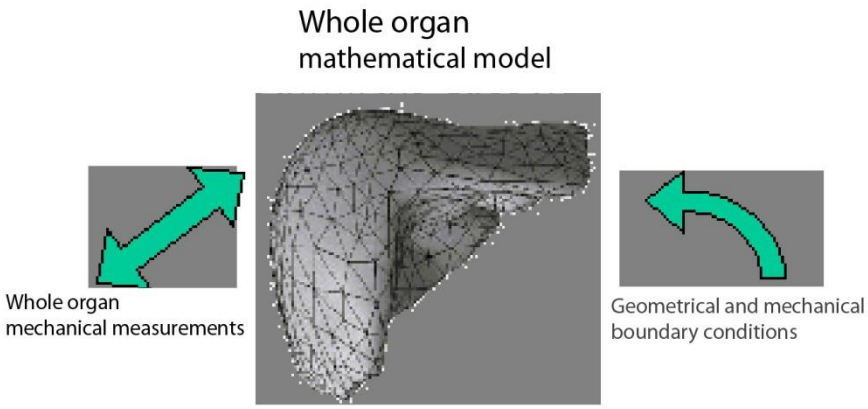


1. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными цепочкой.
2. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными в ядерной сумке.
3. Соединительно тканная капсула мышечного веретена.
4. Афферентное нервное волокно типа Ia.
5. Афферентное нервное волокно типа IIa.
6. Эфферентные гамма-нервные 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

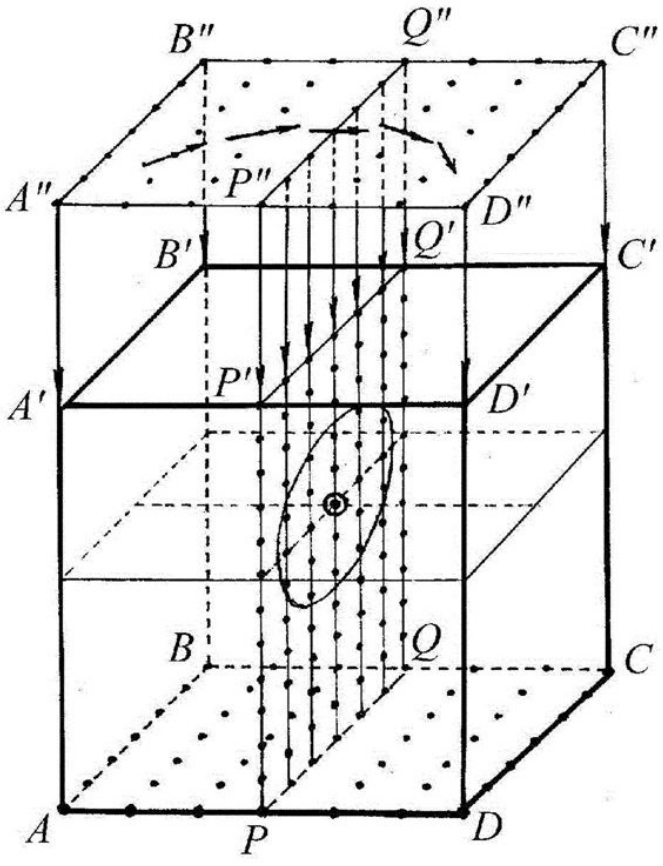


- Калифорнийский университет в Сан-Франциско
- Станфордский нац. вычислительный центтр
- Станфордский центр современных хирургич. техн.
- Западно-австралийский университет
- Университет г. Тюбинген, Германия

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 , где – размер пиксельного массива, а K – число осцилляторов в колонке.

Колебания в слуховой системе мозга
Подход к обработке смешанного акустического потока

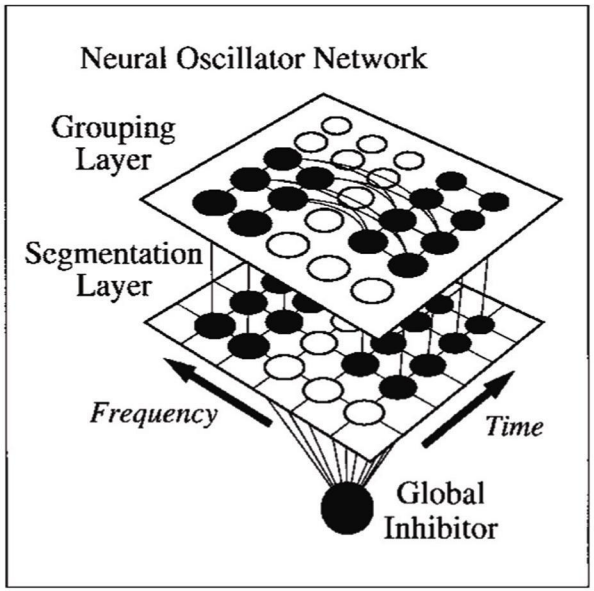
Биологически обоснованная **модель осцилляторной сети**, доставляющая метод выделения из смешенного акустического потока содержащихся в нем компонент, была построена Вангом и Брауном (D.Wang, G.J.Brown, 1999).
Обработка потока состоит из двух этапов.

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 a) **коррелограмма** и b) **интегральная каррелограмма**, позволяющая определить доминирующую частоту потока. Наконец, производится c) **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:

a) внутренние связи, зависящие от корреляционной информации потока и от структуры связей первого слоя;

b) 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

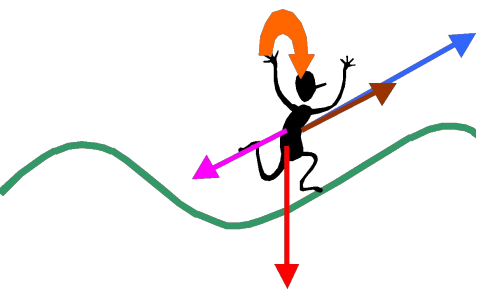


Рис. 1. Движение центра тяжести человека в декартовых осях и действующие силы

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 определятся 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:

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

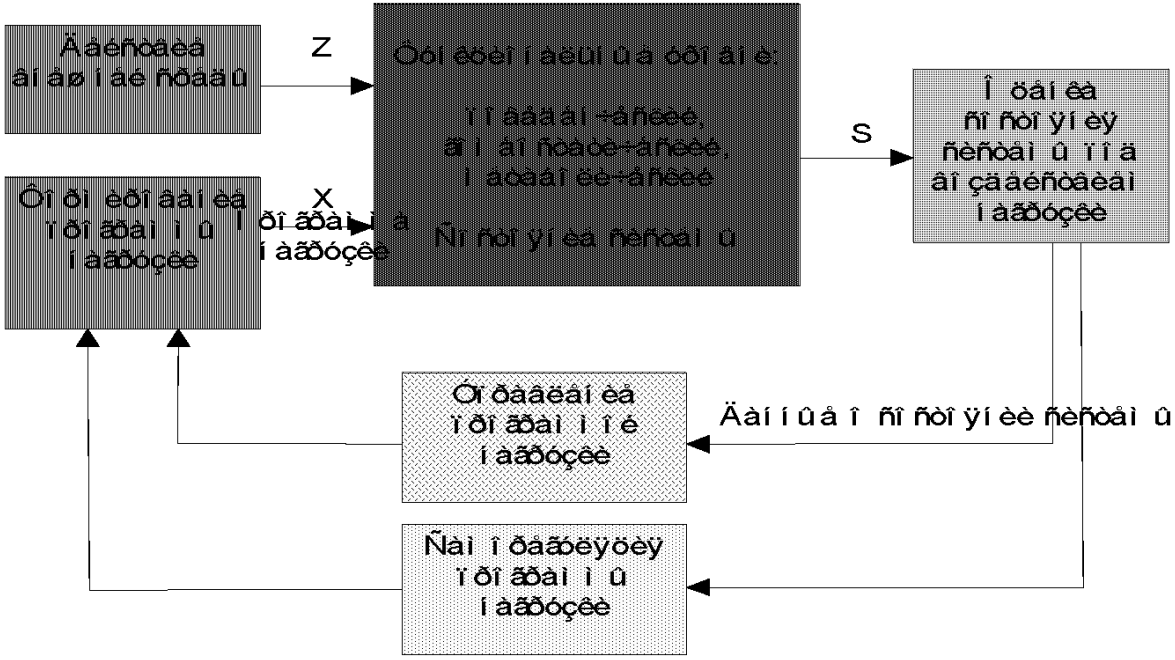
где Cx - коэффициент силы лобового сопротивления,

ρ – плотность воздуха,

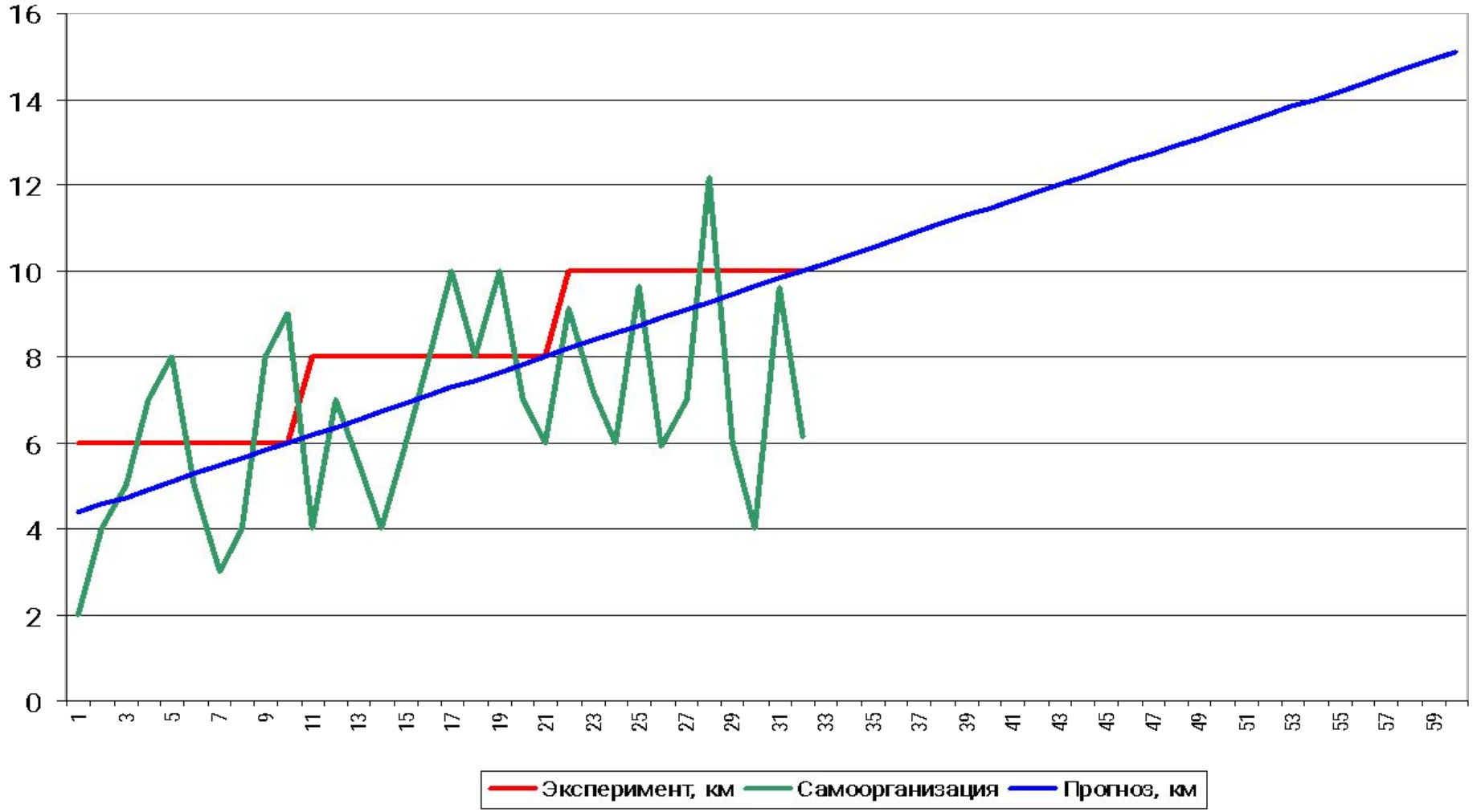
v – скорость (м/сек),

S – площадь сопротивления тела человека ($м^2$).

. Формирование программы тренинга



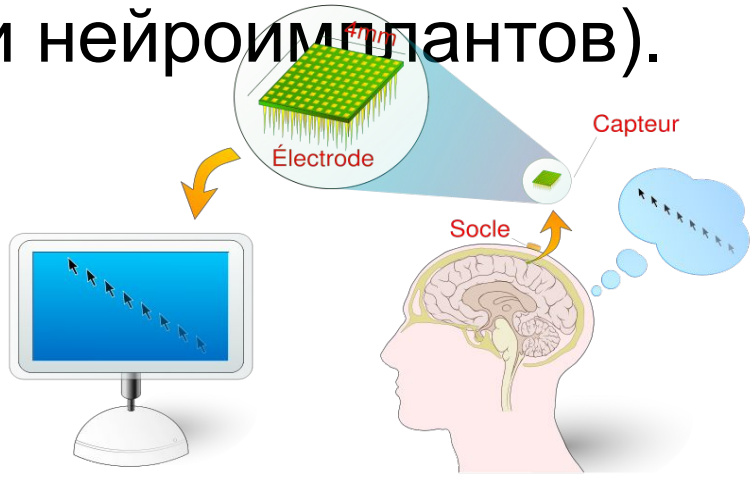
Блок – схема процесса подготовки спортсмена-легкоатлета.


16
14
12
10
8
6
4
2
0
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43
45
47
49
51
53
55
57
59
Эксперимент, км
Самоорганизация
Прогноз, км

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.

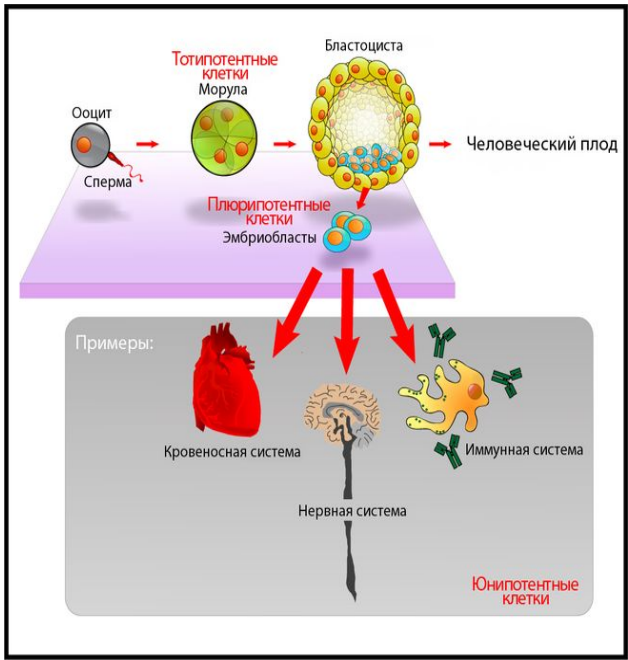
- Нейропротезитрование — область неврологии, занимающаяся созданием и имплантацией искусственных устройств для восстановления нарушенных функций нервной системы или сенсорных органов (нейропротезов или нейроимплантов).



- 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.



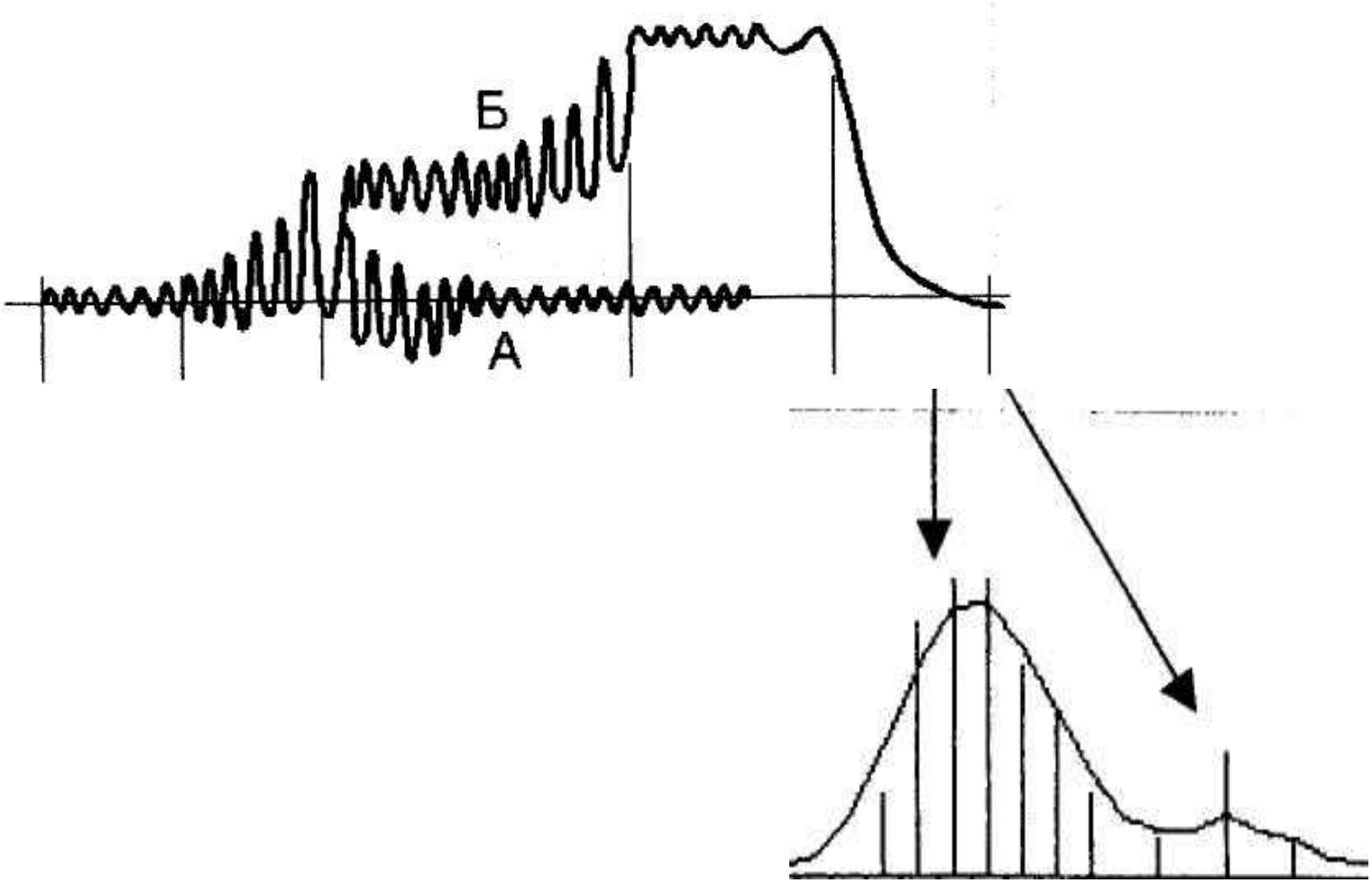
Роботизированная система **"Да Винчи"** состоит из 3 основных частей, которые образуют функциональное единство. Это панель управления, операционная панель и оптическая система

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

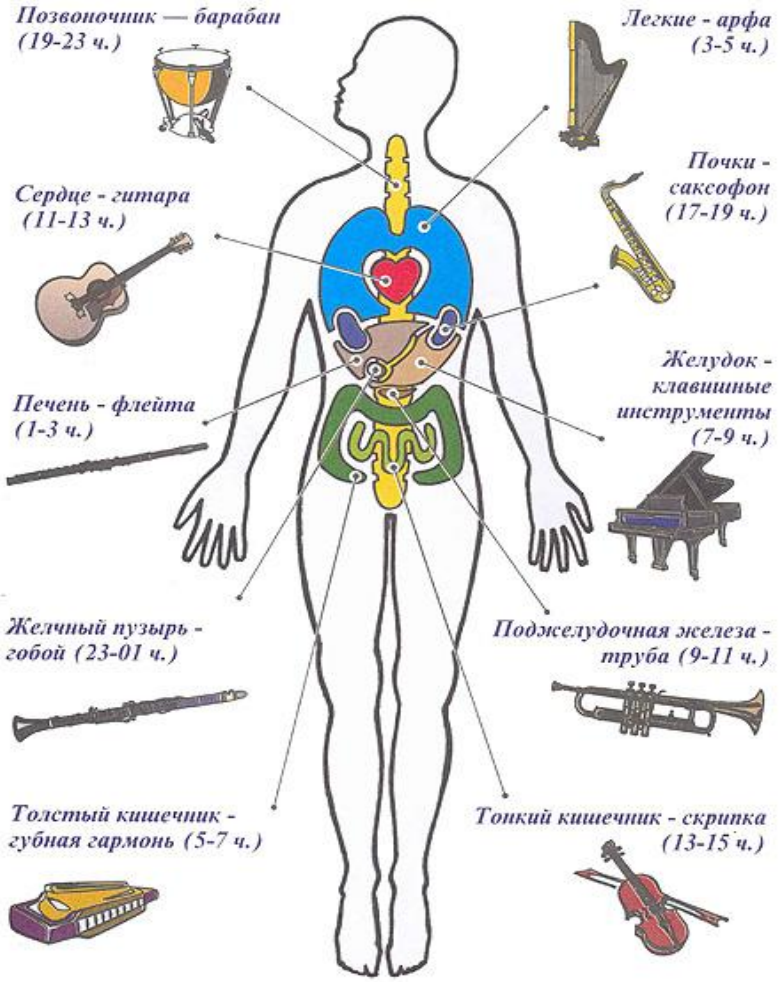
3. Системы физиотерапии, энергоинформационной биорезонансной и мультирезонансной терапии;

Схема работы внутреннего органа при нагрузках

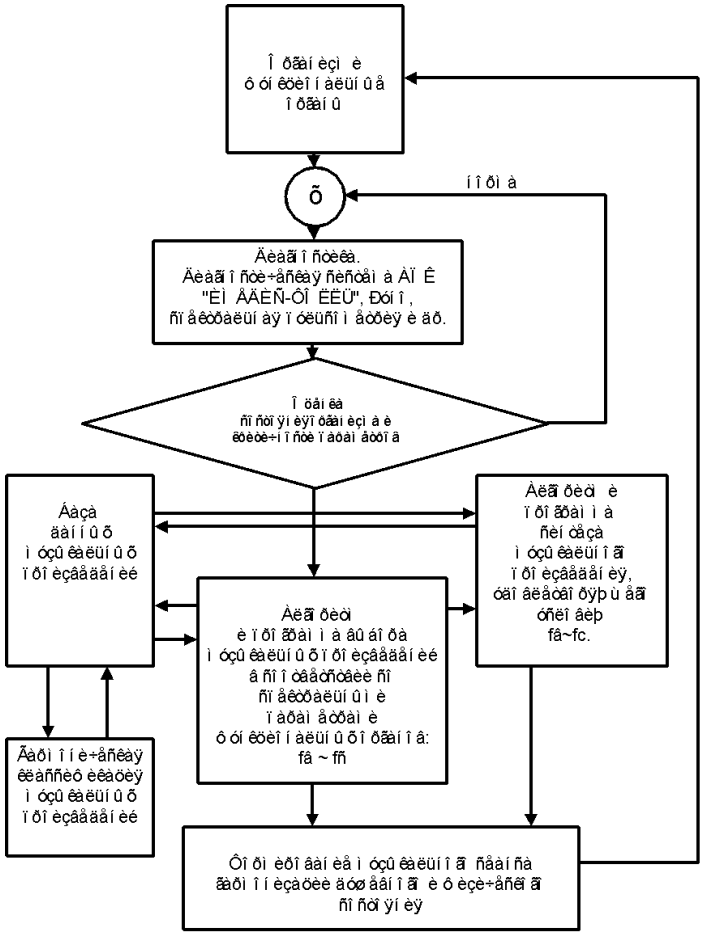
График спектрального индекса человека.
Два центра регуляции.



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



Структура общего алгоритма формирования музыкального сеанса по воздействию на организм



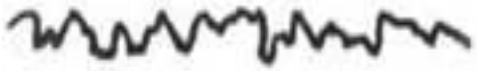
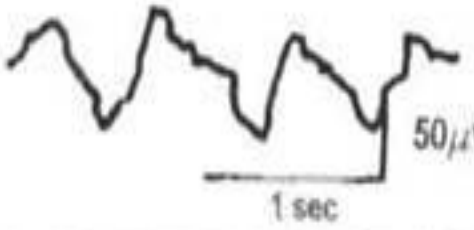
- Таблица воздействия цвета на различные органы человека.

№	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, желудок
7			
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	Hypnogogic 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.

Никольский
Анатолий
Евгеньевич

8-916-112-87-84
8-906-766-68-06

nikae1936@yandex.ru

Благодарю за внимание