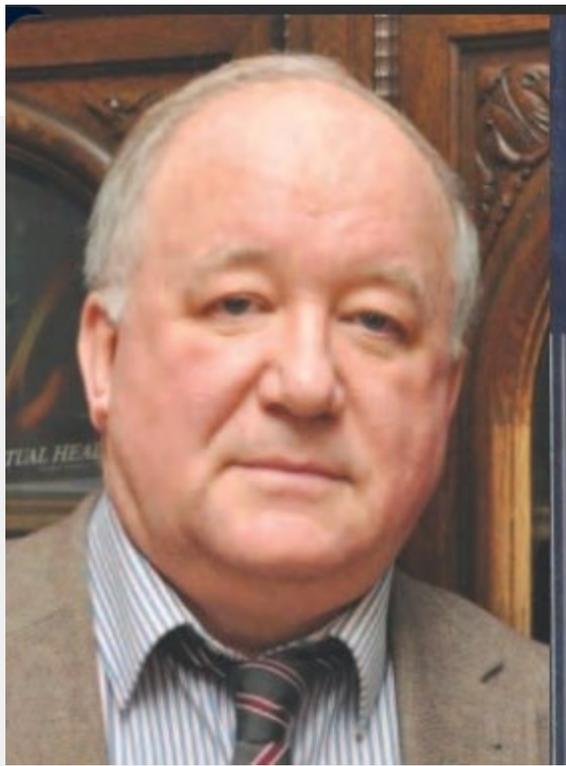


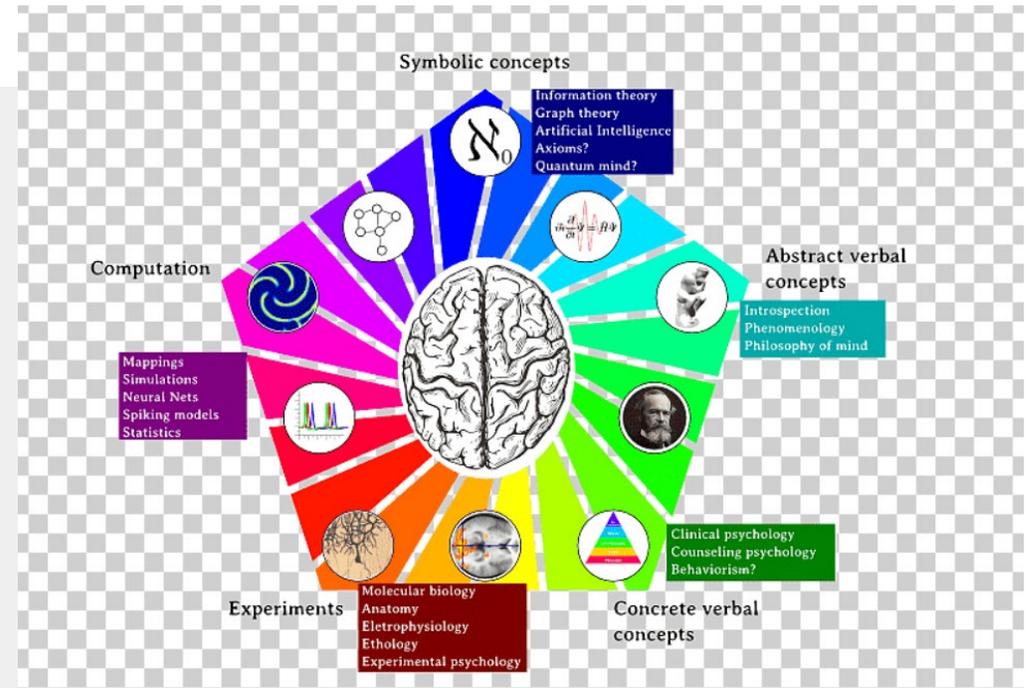
ФИЗИКА КОГНИТИВНЫХ СИСТЕМ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

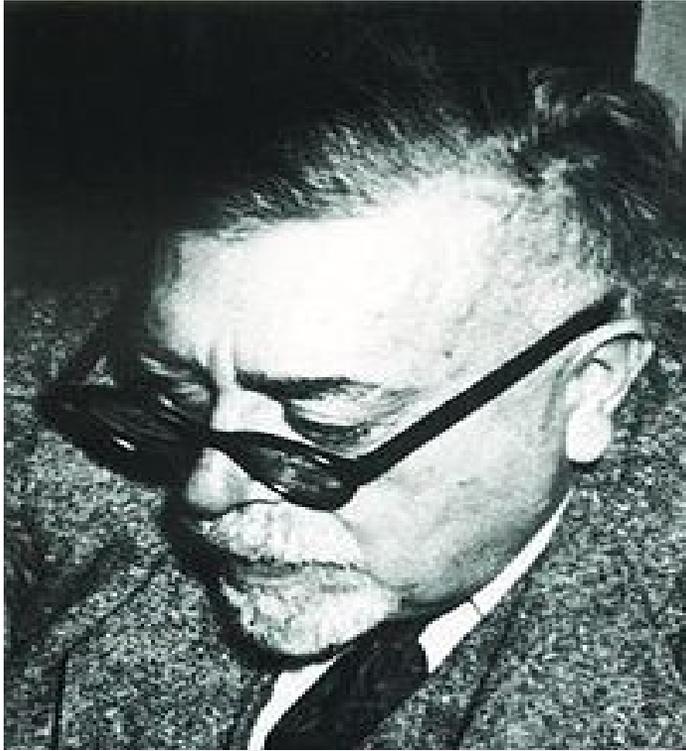
Софья Александровна Полевая



БОРИС МИТРОФАНОВИЧ ВЕЛИЧКОВСКИЙ

Родился в Московской области. Окончил МГУ им. М.В. Ломоносова (факультет психологии) и Берлинский университет им. Гумбольдта (физический факультет). Доктор психологических наук, член-корр. РАН, профессор факультета естественных наук и директор института психологии труда, организационной и социальной психологии Дрезденского технического университета, президент-основатель и первый президент Межрегиональной ассоциации когнитивных исследований, президент отделения прикладных когнитивных исследований Международной ассоциации прикладной психологии, начальник отдела когнитивных исследований НБИК-центра НИЦ «Курчатовский институт»; почетный член общества им. Гумбольдта, общества им. Конрада Лоренца, Совета по естественным и инженерным наукам Канады, Японского общества развития науки. Специалист в области прикладных когнитивных исследований. Автор свыше 300 публикаций, в том числе восьми монографий.

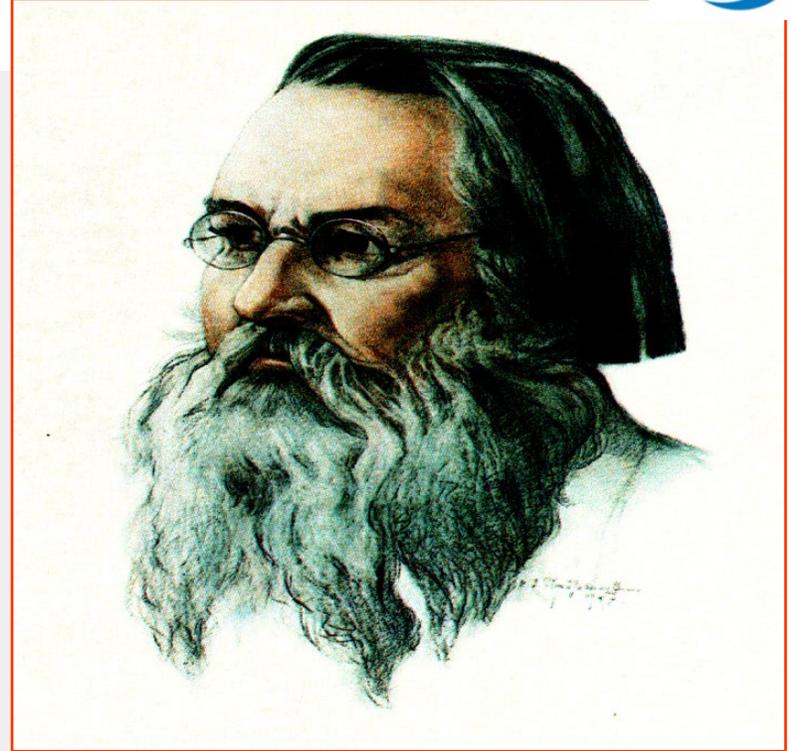




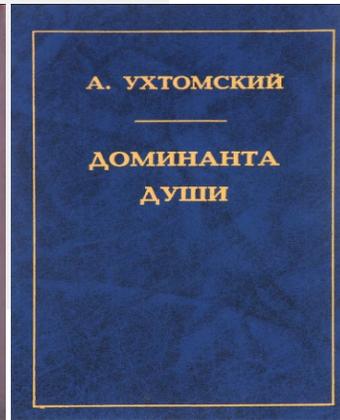
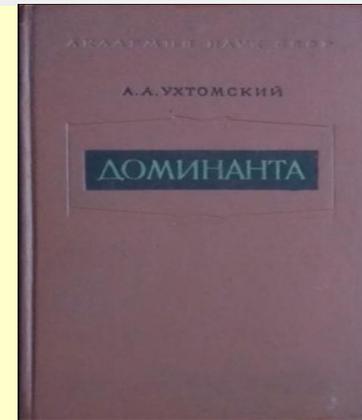
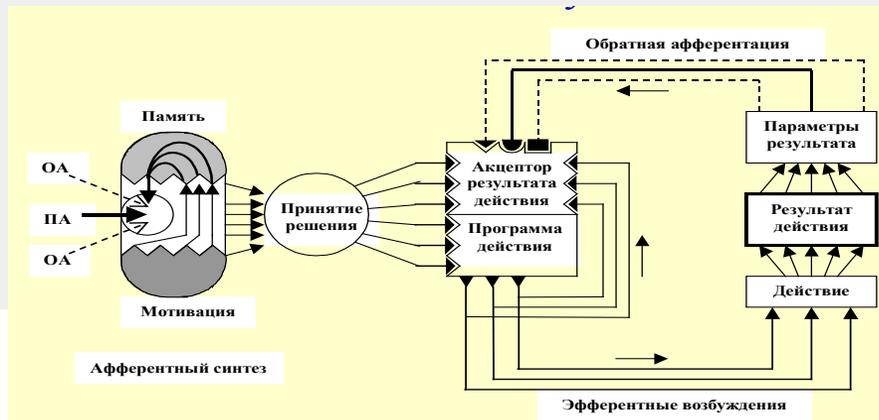
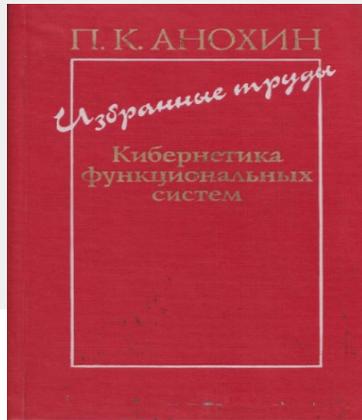
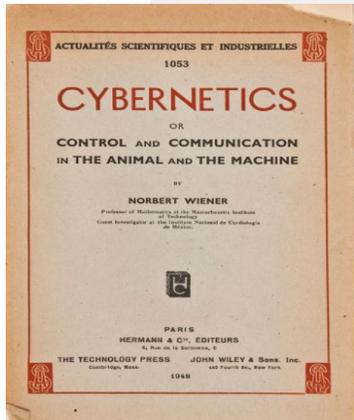
Норберт ВИНЕР

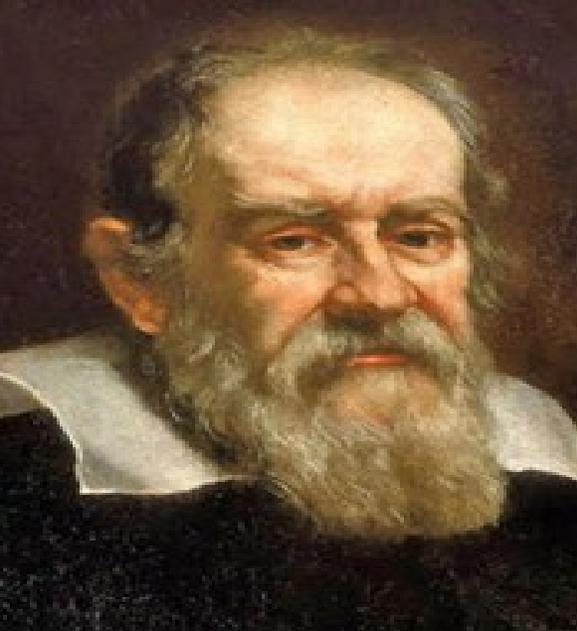


П.К.АНОХИН



А.А.УХТОМСКИЙ





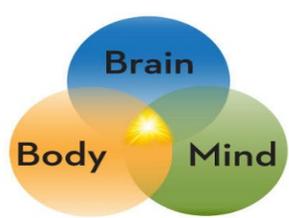
**Задача исследователя –
измерить всё, что измеряемо
и сделать измеряемым всё
остальное.**

*(Галилео Галилей.
Один из вольных переводов.)*

**ПЕРСПЕКТИВЫ
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВ**

**ПОИСК ОБЪЕКТИВНЫХ ЗАКОНОВ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСКУССТВЕННЫХ И
ЕСТЕСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВ**





Логарифмическая шкала размеров

Карта

Колонна

Слой

Нейрон

Дендрит

Синапс

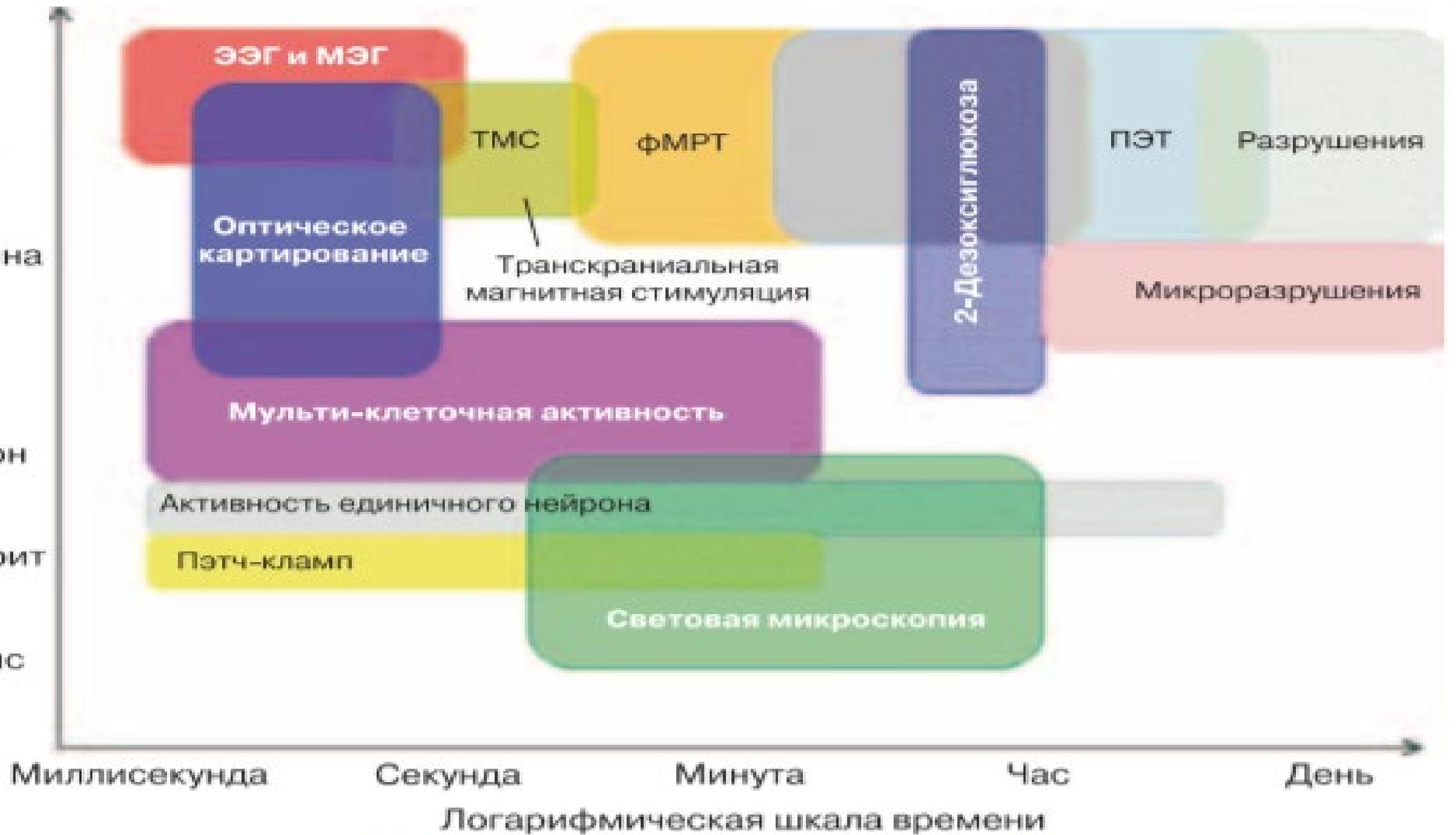
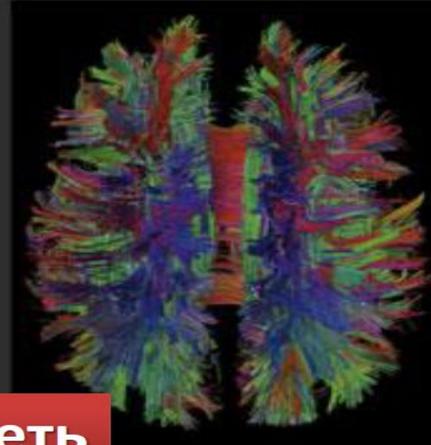
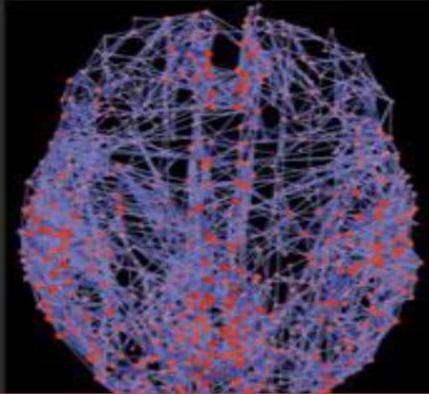


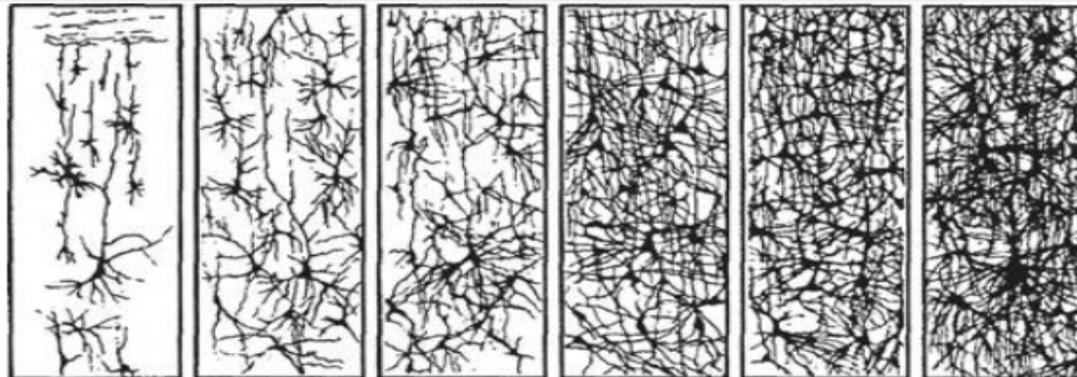
Рис. А.1. За и против различных методов визуализации мозга. Различные методы регистрации активности мозга имеют разную разрешающую способность. В то время как одни методы обладают высокой пространственной разрешающей способностью, но низкой временной, другие имеют противоположные свойства. (Источник: Thomas Ramsøy, Daniela Balslev and Olaf Paulson, с разрешения.)

The Human Connectome



1. Любой мозг - это сеть

Нервные сети от рождения до двухлетнего возраста. Ребенок имеет при рождении почти все нейроны. Однако количество соединений между ними продолжает увеличиваться, достигая астрономических цифр: несколько примеров показаны на рисунке



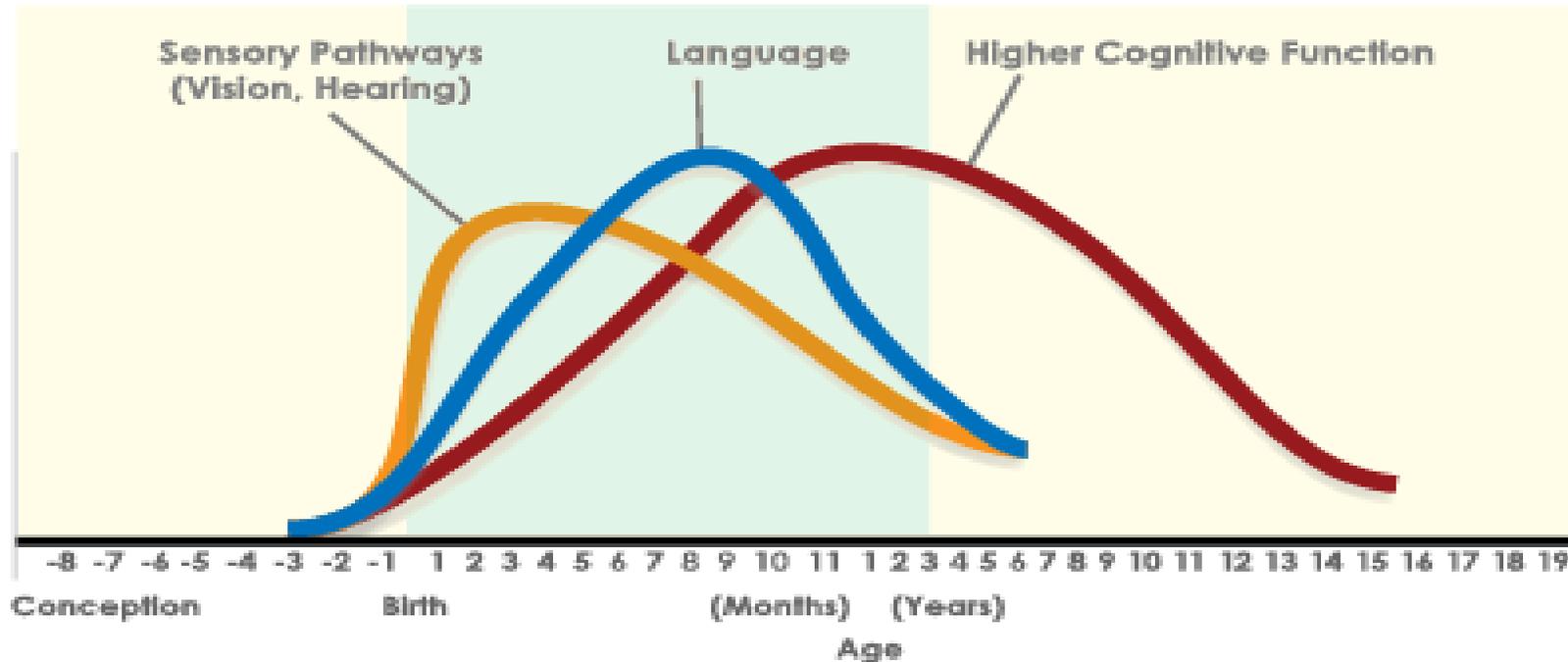
Рождение 1 месяц 2 месяца 6 месяцев 15 месяцев 2 года



Фундамент здоровой архитектуры мозга закладывается еще в младенческом и раннем возрасте. В эти годы формирующиеся нейронные цепи мозга очень восприимчивы к самым ранним взаимодействиям детей и окружающей среде.

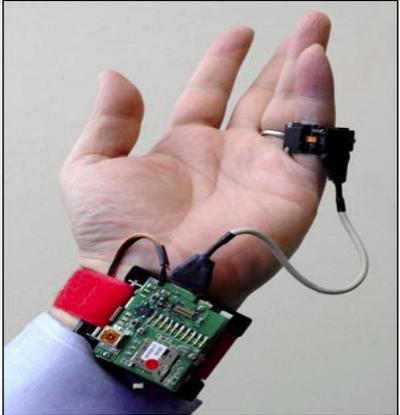
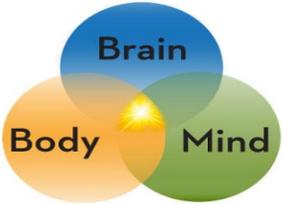
Human Brain Development

Synapse Formation Dependent on Early Experiences



Source: Nelson, C.A., in *Neurons to Neighborhoods* (2000). Shonkoff, J and Phillips, D. (Eds.)







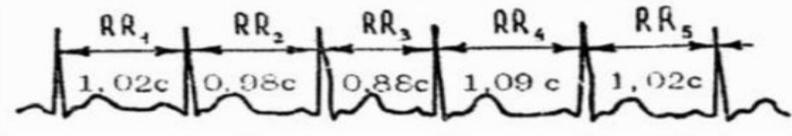
В. В. Парин



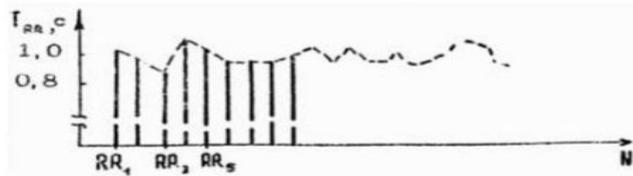
Р. М. Баевский

Космическая кардиология Научная школа по исследованию вегетативной регуляции кровообращения на основе анализа variability сердечного ритма (ВСР)

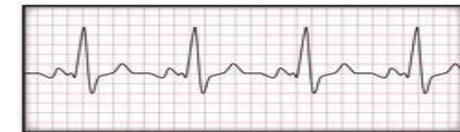
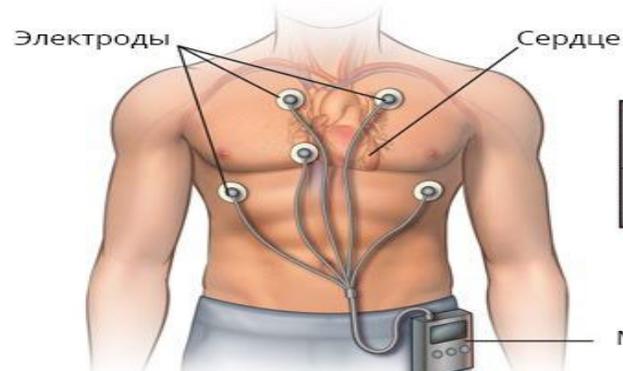
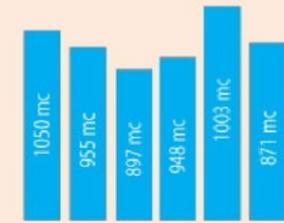
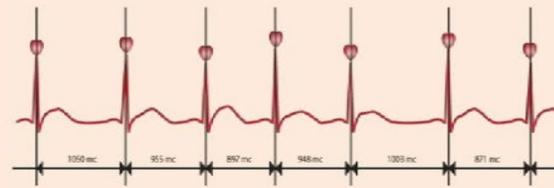
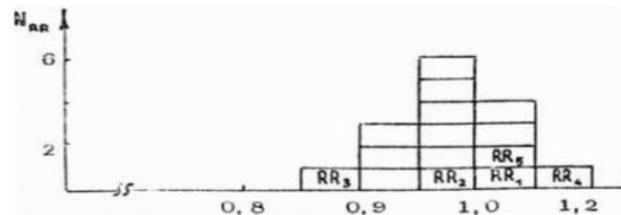
Кардиоинтервалография – направление аритмологии, изучающее изменения *последовательностей интервалов сердцебиения* вследствие патологических нарушений сердечного ритма.



a



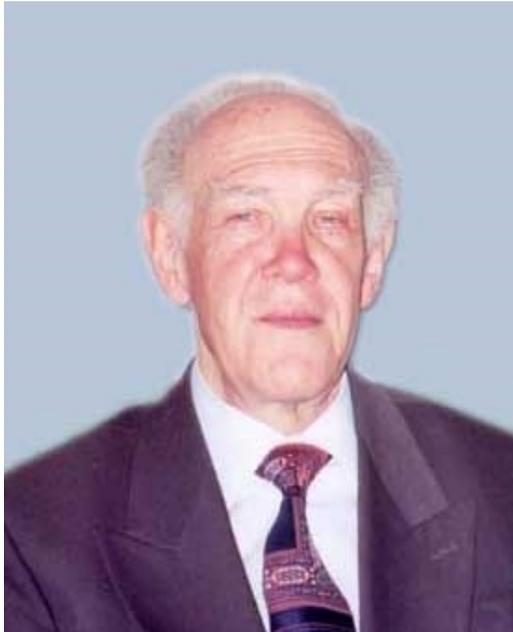
б



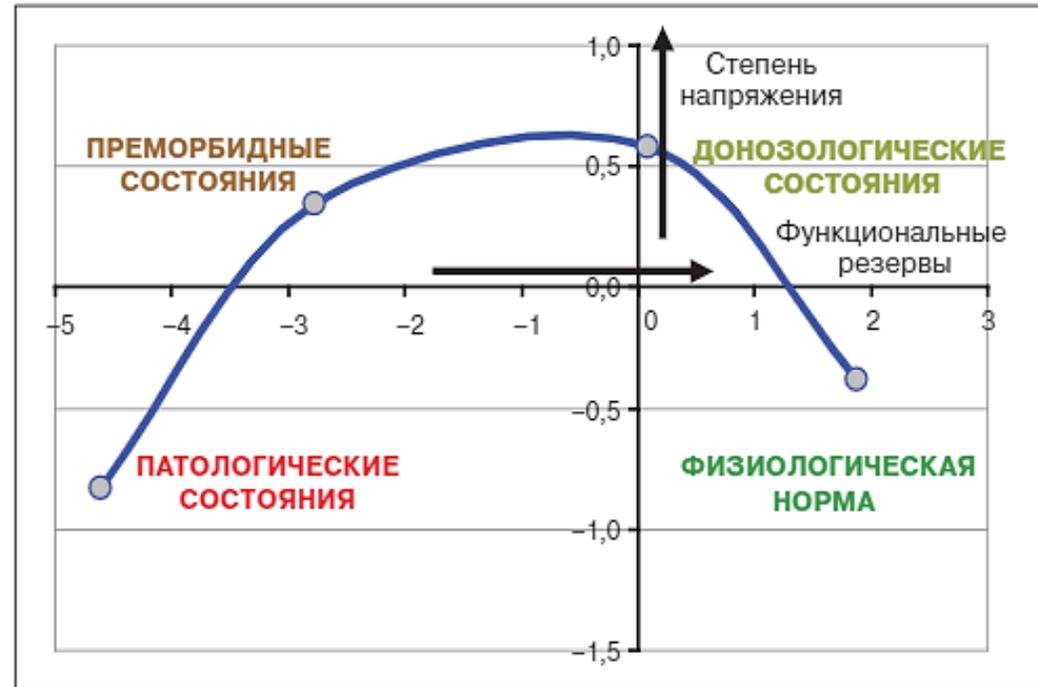
Образец сердечного ритма

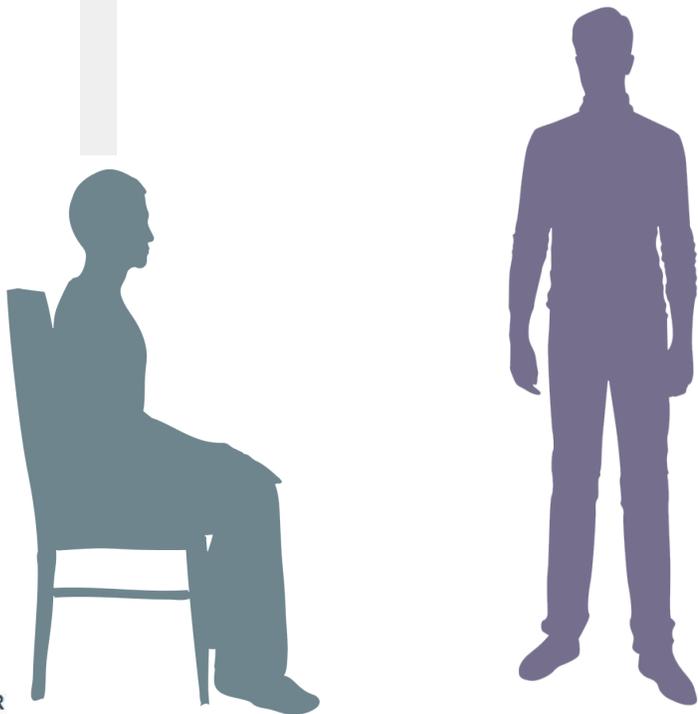
Монитор Холтера

МЕТОД ОЦЕНКИ АДАПТАЦИОННОГО РИСКА



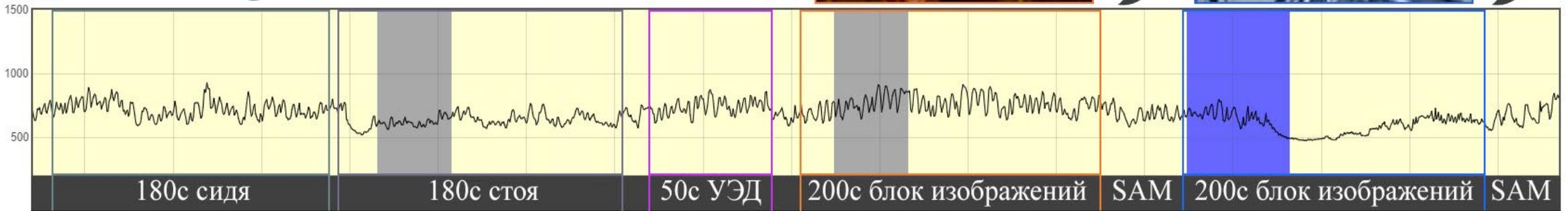
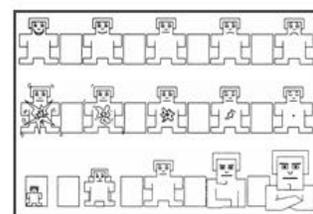
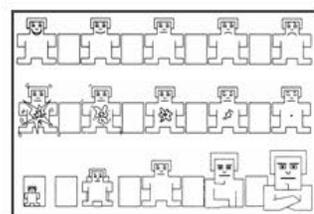
Баевский Р.М.

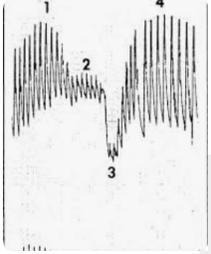




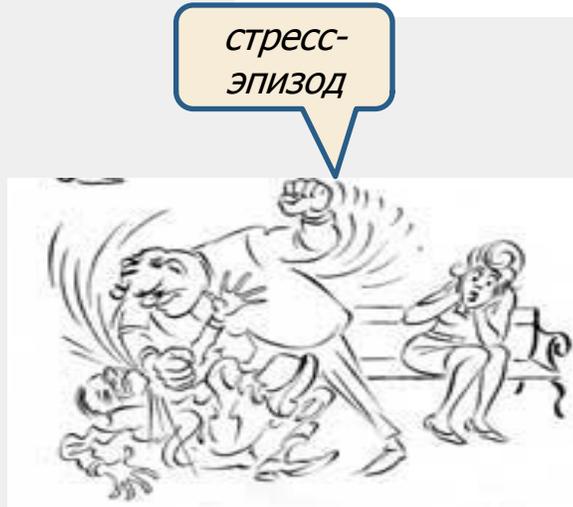
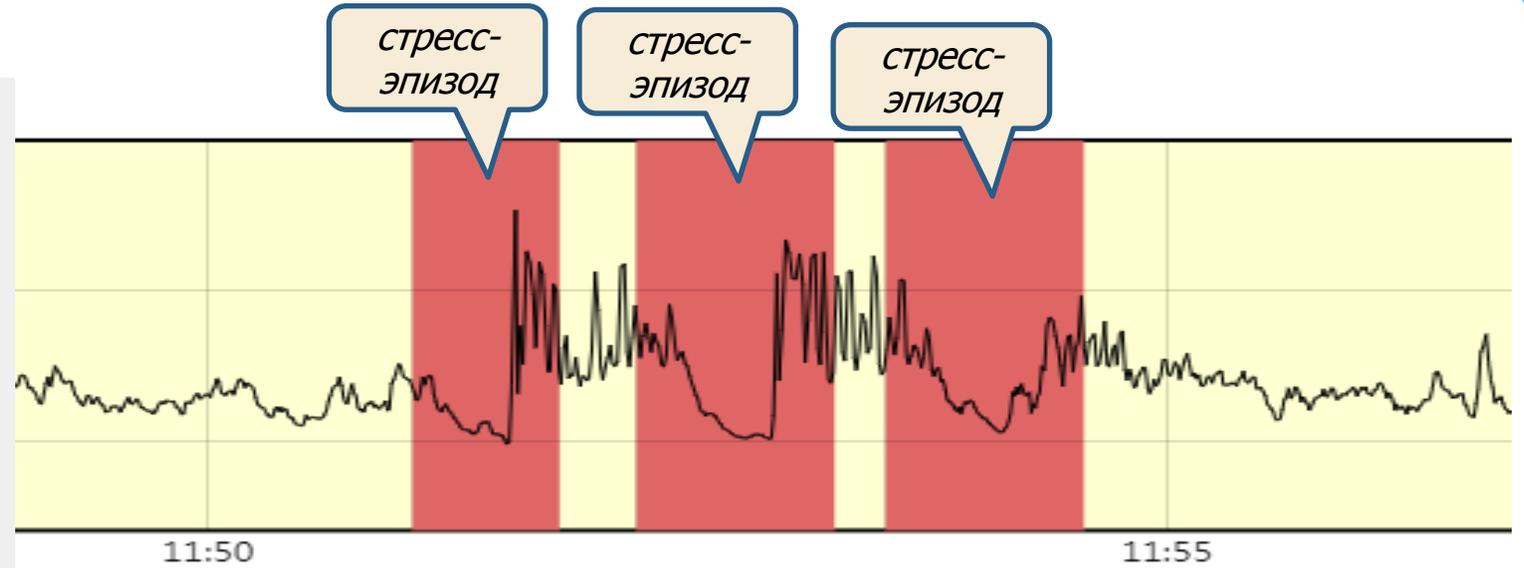
Name: RR

Средний ритм	Средний ритм
Ускоренный ритм	Ускоренный ритм
Замедленный ритм	Замедленный ритм
Средний ритм	Средний ритм
Ускоренный ритм	Ускоренный ритм
Замедленный ритм	Замедленный ритм





*Стресс – это
стадийная
реакция на
повреждение
или его
угрозу*



1. Стадия тревоги

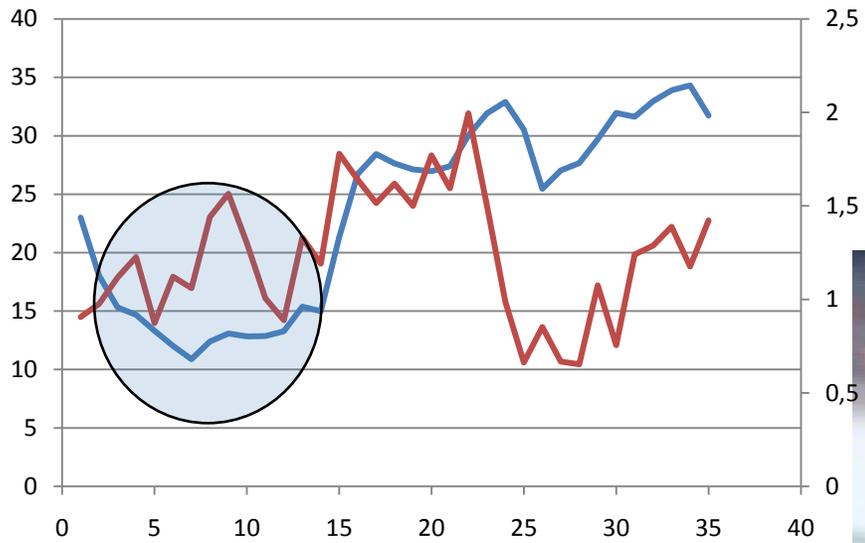


2. Стадия резистентности



3. Стадия истощения

*3 стадии
стресса:*



97%

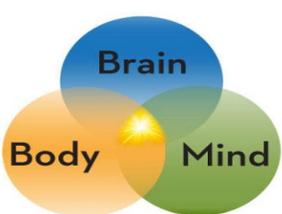


100%



Вегетативным отображением активности

в экстремальных контекстах является
 снижение общей мощности спектра вариабельности
 сердечного ритма, согласованное по времени с
 возрастанием индекса вегетативного баланса



КОГНИТИВНАЯ ПЛАТФОРМА

platform.apway.ru

Cognitive Diagnostics
portal for beta-testing

Кабинет Эксперта | nastya | Camptimer | Идентификатор №11792

Базовый - 11
Date: 2016-04-09 15:03:38

КАМПИМЕТРИЯ

Cognitive Diagnostics
portal for beta-testing

Кабинет Эксперта | nastya | Sensorator | Идентификатор №11793

Essay-1000-100-10
Date: 2016-04-09 15:04:31
1-ст interval: 1000ms

СЕНСОМОТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ

Cognitive Diagnostics
portal for beta-testing

Кабинет Эксперта | nastya | Stroop | Идентификатор №1807

Базовый
Date: 2016-04-09 17:34:43

Мониторный | Цветной | По тесту | По цвету

ТЕСТ СТРООПА

Согни_NN Обращаться к Полевой Софье Александровне email:s453383@mail.ru

Главная | Справочники | Программа | Статистика | Выход

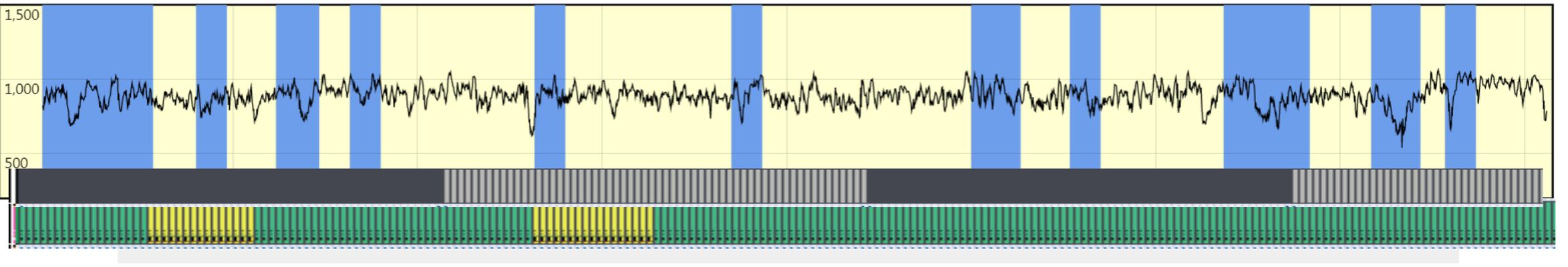
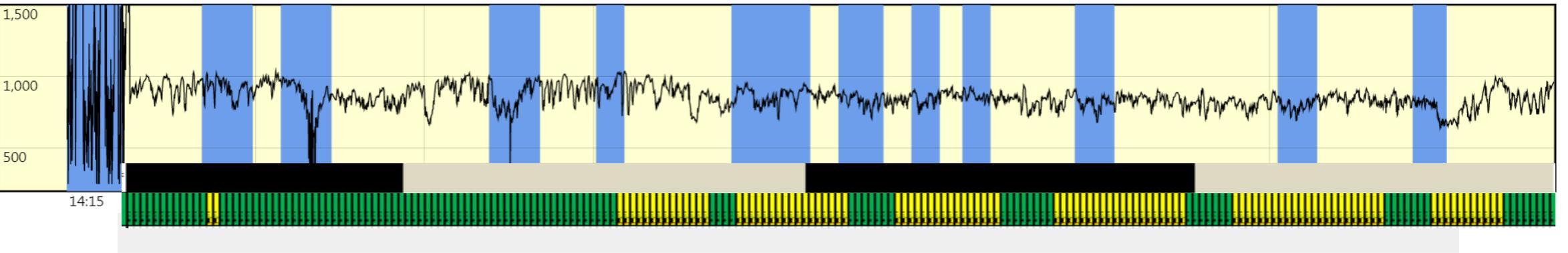
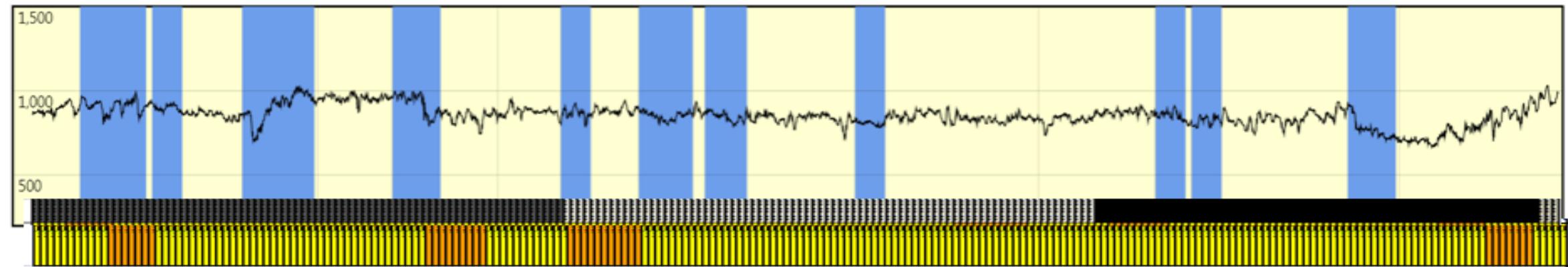
Персона: **nastya_20_09.04.16** Контекст: **SP_синхрон** Дата: **14:10 09.04.2016 - 17:32** Выд: **15:58:44-17:01:22** N=4991,P_ред=0.18 %,N_ЭС=0

Маркеры: Покой, Кампиметрия, Тест сенсомоторная активность, Тест Струпа, УЭД, Латерометрия, Тренировка, Н_эхо.

Name: **RR points: 15003**

Name: **SPECTR points: 1203**, Legends: **TP, LF/HF**, Values: **VLF: 2761.149, LF: 2913.617, HF: 1004.529, TP: 6679.295, LF/HF: 2.9**

Stress info: T=16:36:35, TP=6926.17, LF/HF=4.70

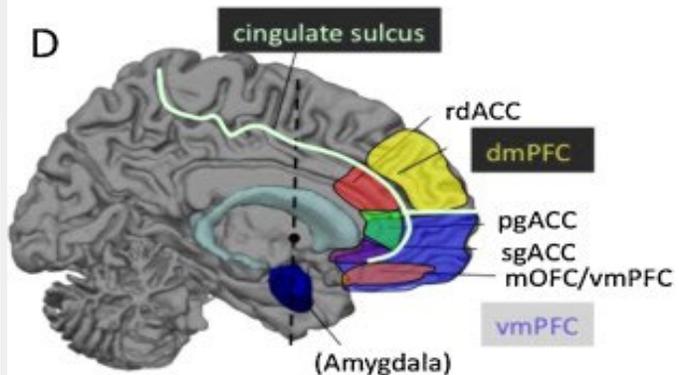




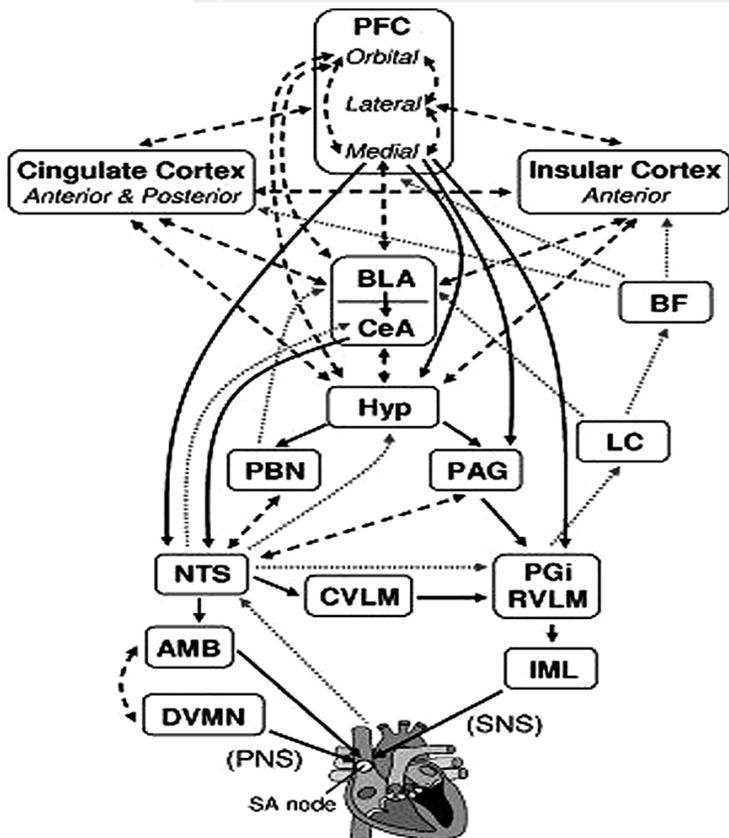
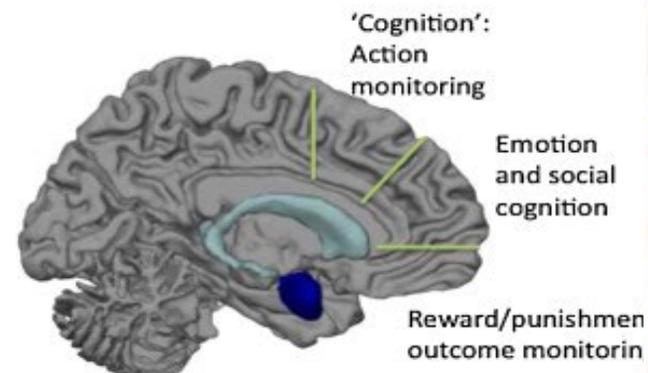
Neural structures associated with HRV

[Julian F. Thayer](#)

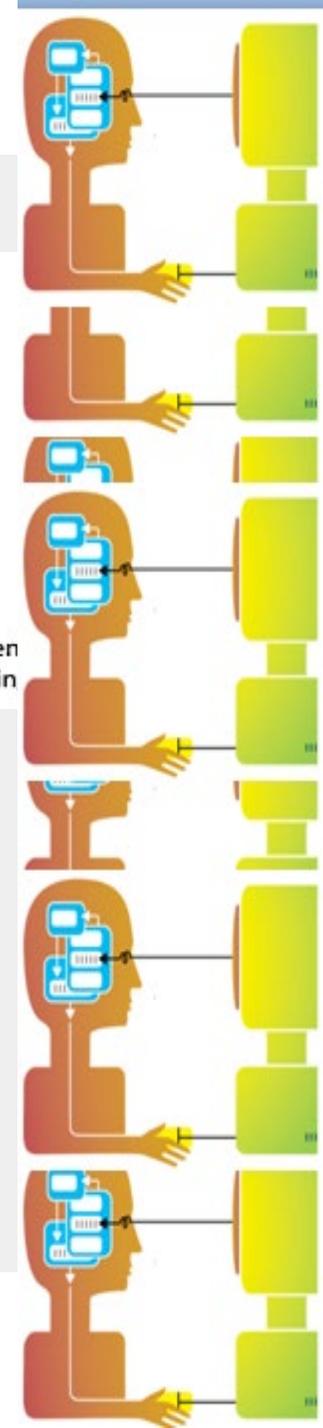
Medial prefrontal regions associated with emotion and social cognition



Functional categorization according to Amodio and Frith, 2006



Структуры мозга, связанные с организацией ритма сердца. Сплошные черные линии – эфферентные пути : PNS блуждающий нерв от продолговатого мозга; SNS – симпатический вход в синоатриальный узел от спинного мозга. Сплошные серые линии - афферентные пути от барорецепторов аорты в составе блуждающего нерва; Черный пунктир – двусторонние связи: AMB, nucleus ambiguus; BF, basal forebrain; BLA, baso-lateral amygdala; CeA, central nucleus of the amygdala; CVLM, caudal ventrolateral medullary neurons; DVMN, dorsal vagal motor nuclei; Hyp, hypothalamus (lateral and paraventricular); IML, intermediolateral cell column of the spinal cord; LC, locus coeruleus; NTS, nucleus of the solitary tract; PAG, periaqueductal gray; PBN, parabrachial nuclei; PFC, prefrontal cortex; PGI, nucleus paragigantocellularis; RVLM, rostral ventrolateral medullary neurons. Ellis and Thayer (2010)



Метод событийно-связанной телеметрии ритма сердца

RR

ЧСС

Спектр



Полученные данные:

ЧСС –чистота сердечных сокращений);

RR –RR- интервалы;

LF –мощность спектра в области низких частот (уровень активации симпатической нервной системы);

HF–мощность спектра в области высоких частот (уровень активации парасимпатической нервной системы);

LF/HF–отношение мощностей спектра в области низких и высоких частот

(индекс вегетативного баланса);

TP –мощность спектра ВСР (адаптационный потенциал);

SI –стресс индекс;

FR–функциональный резерв;

SN–степень напряжения.

Porevaya S.A., Eremin E.V., Bulanov N.A., Bakhchina A.V., Kovalchuk A.V., Parin S.B. Event-related telemetry of heart rhythm for personalized remote monitoring of cognitive functions and stress under conditions of everyday activity. *Sovremennyye tehnologii v medicine* 2019; 11(1): 109–115, <https://doi.org/10.17691/stm2019.11.1.13>

Архитектура технологии событийно-связной телеметрии

Школьная дезадаптация

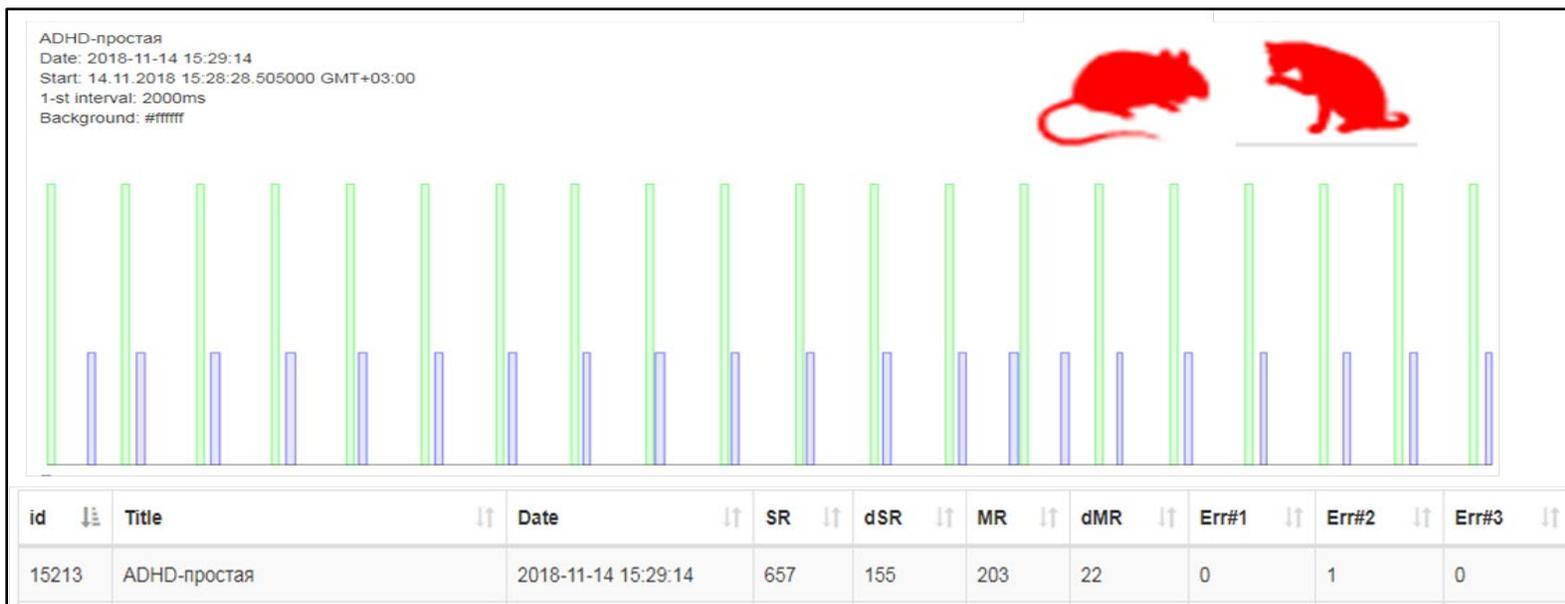
- Начало обучения в школе – исключительно важный этап в развитии ребенка, а успешность ребенка в обучении зависит как от личностных характеристик, так и от психофизиологической готовности к обучению [Ефимова В.Л., 2020]
- Нарушения в нервно-психической (в первую очередь – когнитивной) сфере у детей и подростков сегодня становятся серьезной проблемой во всех развитых странах. В рейтинге причин детской инвалидности в Российской Федерации когнитивные расстройства и расстройства поведения занимают 1-е ранговое место. С 2005 по 2016 г количество таких детей выросло на 33,5% [Мальцев С.В., Сафина Л.З., Биктимирова А.А., Мансурова Г.Ш. , 2019]
- По оценкам физиологов около 15% младших школьников проявляют выраженные признаки школьной дезадаптации, выявляющиеся в различных физиологических отклонениях [Баландина О.В., Божкова Е.Д., Дворянинова В.В., Катунцова В.В., Коновалов А.А., 2019]
- Актуальна разработка новых междисциплинарных подходов как при оценке риска и устранения причин школьной дезадаптации, так и при борьбе с ее последствиями



Простая сенсомоторная активность



Предлагается фиксировать нажатием на кнопку момент появления на экране предметного изображения



- В качестве стимулов используются контурные изображения кошки и мыши;
- 20 стимулов в пяти положениях на мониторе компьютера (центр, все 4 угла);
- межстимульный интервал – 2000 мс;
- экспозиция - 200 мс

Регистрируется:

- время: сенсомоторной реакции, моторного компонента, когнитивного компонента
- количество ошибок,
- тип ошибки:
 - пропуск целевого стимула (Err 1)
 - двойное нажатие на целевой стимул (Err 2)
 - нажатие на нецелевой стимул (Err 3)

Предлагается фиксировать нажатием на кнопку момент появления на экране целевого предметного изображения

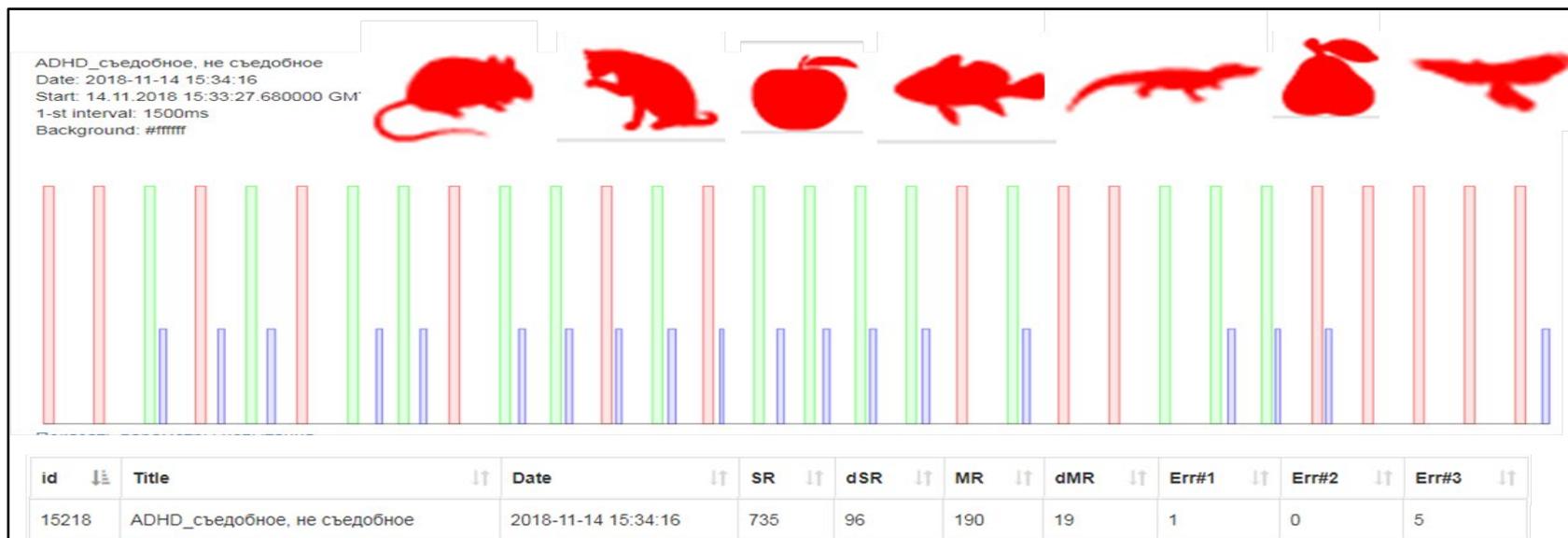


- В качестве стимулов используются контурные изображения кошки и мыши;
- Целевой стимул: изображение мыши;
- 20 стимулов в пяти положениях на мониторе компьютера (центр, верхний и нижний правые и левые углы);
- межстимульный интервал – 2000 мс;
- экспозиция - 200 мс

Регистрируется:

- время: сенсомоторной реакции, моторного компонента, когнитивного компонента
- количество ошибок,
- тип ошибки:
 - пропуск целевого стимула (Err 1)
 - двойное нажатие на целевой стимул (Err 2)
 - нажатие на нецелевой стимул (Err 3)

Целевая функция связана с определением свойств изображаемого объекта



- В качестве стимулов используются контурные изображения: рыба, груша, яблоко, крокодил, орел, кот;
- Целевой стимул: изображения съедобных объектов;
- 30 стимулов в пяти положениях на мониторе компьютера (центр, верхний и нижний правые и левые углы);
- межстимульный интервал – 1500 мс;
- экспозиция - 300 мс

Регистрируется:

- время: сенсомоторной реакции, моторного компонента, когнитивного компонента
- количество ошибок,
- тип ошибки:
 - пропуск целевого стимула (Err 1)
 - двойное нажатие на целевой стимул (Err 2)
 - нажатие на нецелевой стимул (Err 3)

Методы и инструменты

Цифровизация психофизиологического статуса

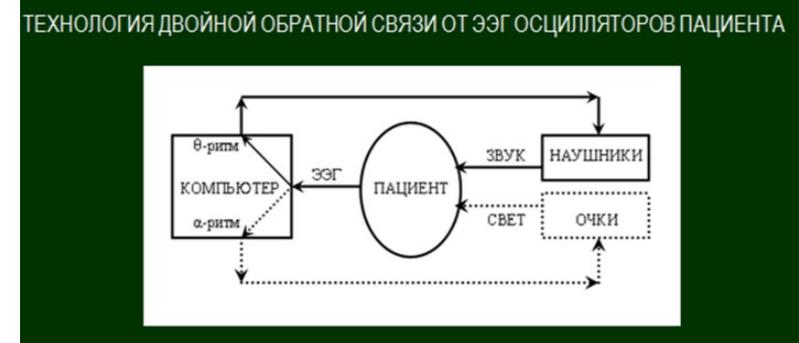
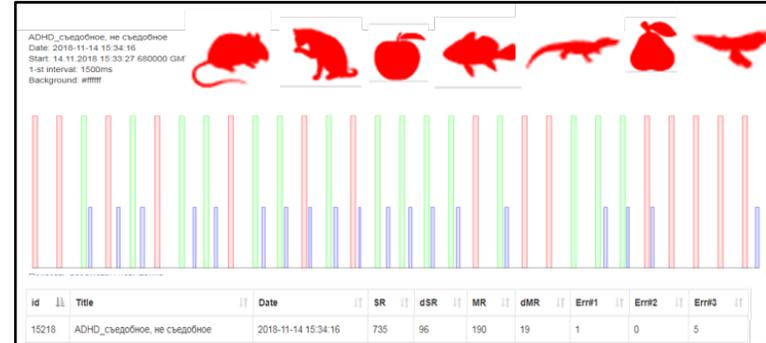
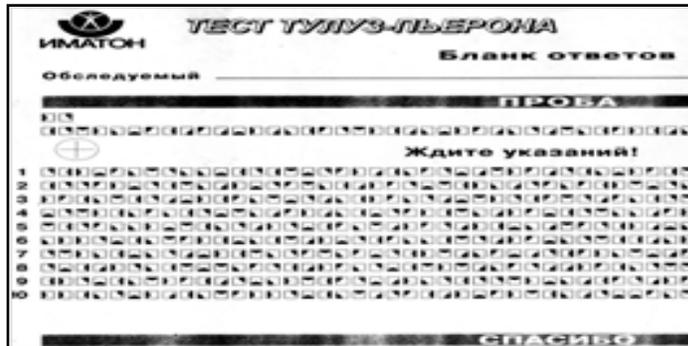
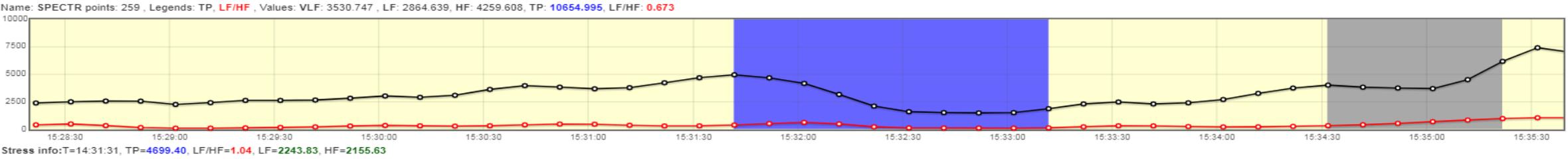
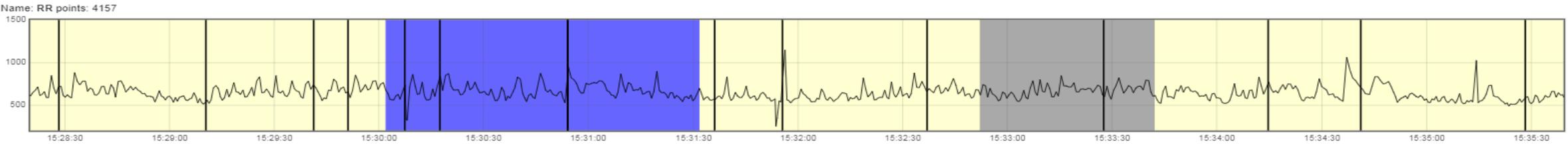
Пользователь: 508
Маркеры:

Контекст: Autism Дата: 15:24 14.11.2018 - 16:11
 Задание, Тест сенсомоторная активность,

Вид: 15:28:20-15:35:39

N=685,P_ред=8.16%,N_ЭС=0

Download data Spike2
Отчет
Графики



ФП «Напряжение»

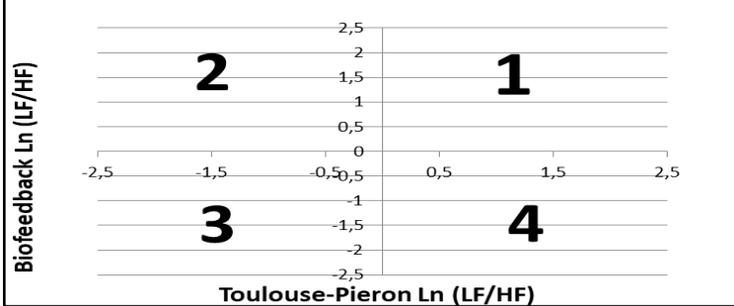
ФП «Школьная активность»

ФП «Расслабление»

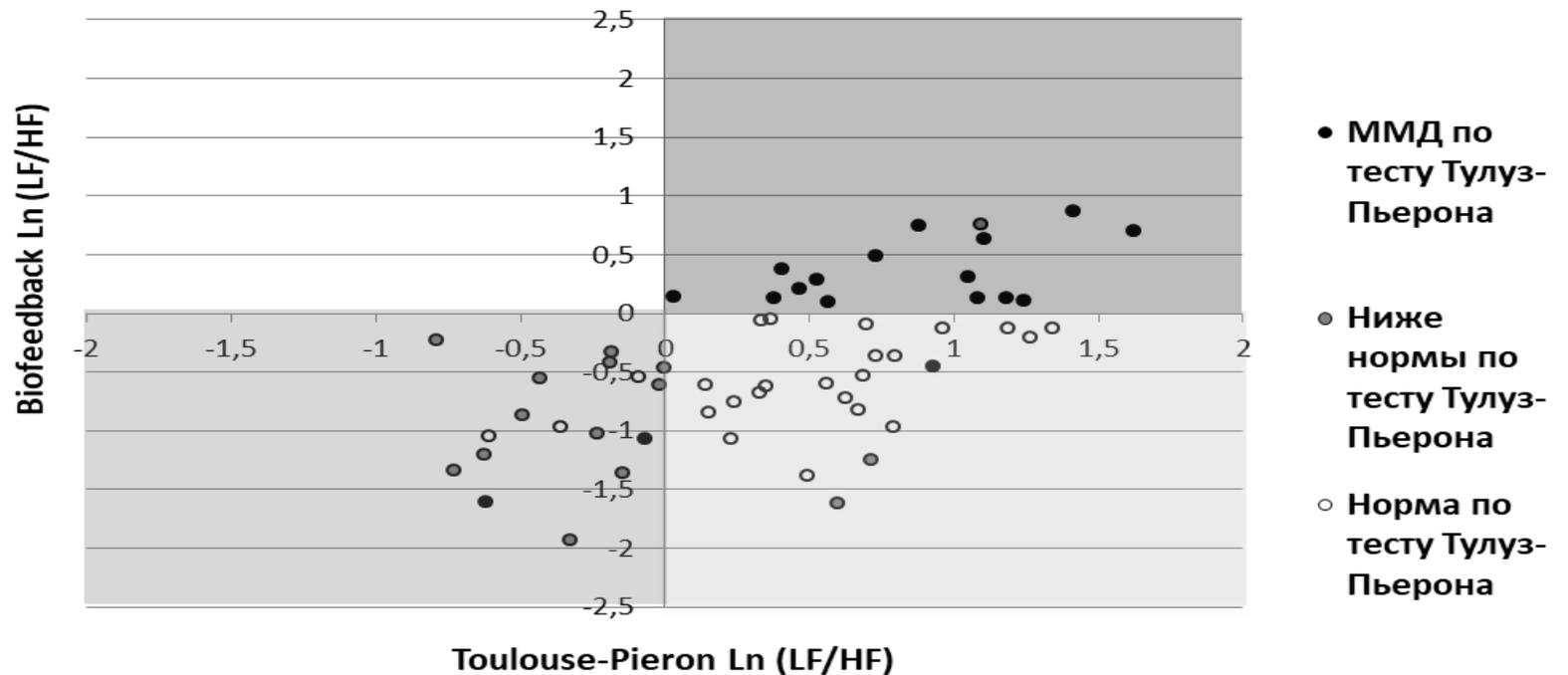
РЕЗУЛЬТАТЫ

Особенности тонуса вегетативной нервной системы при переключении крайних функциональных проб

Динамика тонуса вегетативной нервной системы при переключении крайних функциональных проб



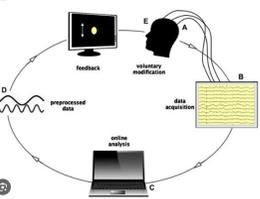
Распределение данных в соответствии с результатами теста Тулуз-Пьерона



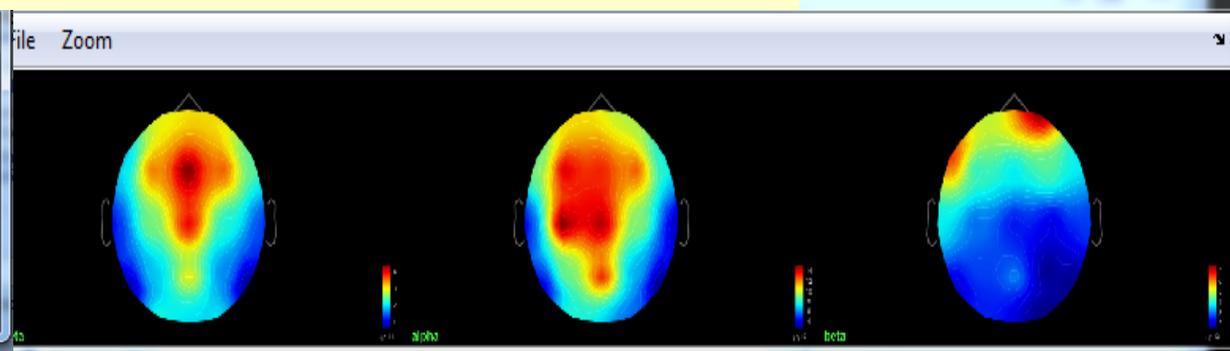
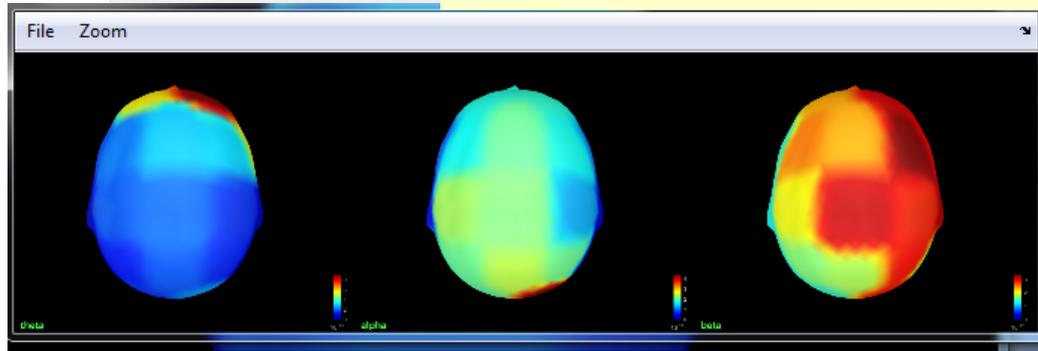
Распределение данных в соответствии с динамикой ИВБ при переключении функциональных проб «напряжение»/«расслабление», по группам

Цифровое отображение показателя симпато-вагусного баланса при переключении крайних функциональных проб*

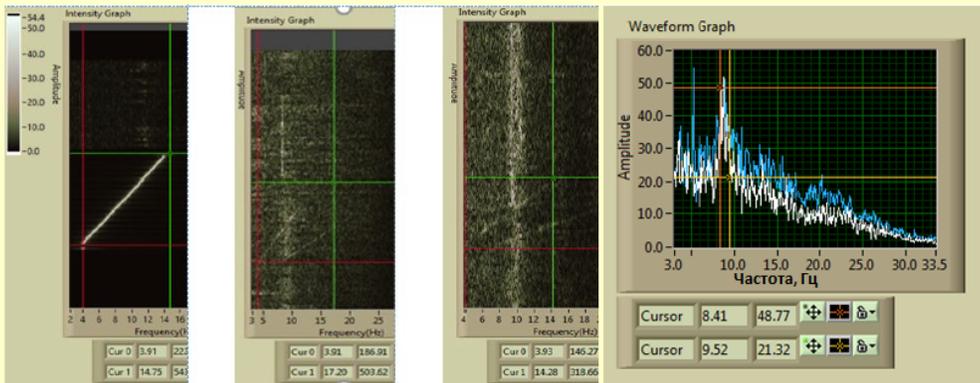
*В качестве способа нормировки, для адекватного цифрового отображения показателя симпато-вагусного баланса, был применен натуральный логарифм, который позволил осуществить преобразование, при котором одна и та же степень доминирования отображается одним и тем же значением числа, а направление доминирования знаком числа. Это позволило отобразить все возможные варианты динамики показателя в прямоугольной системе координат.



Регрессия ритмов мозга как признак нарушений когнитивных функций



Признаки эталонной зрелости ритмики мозга



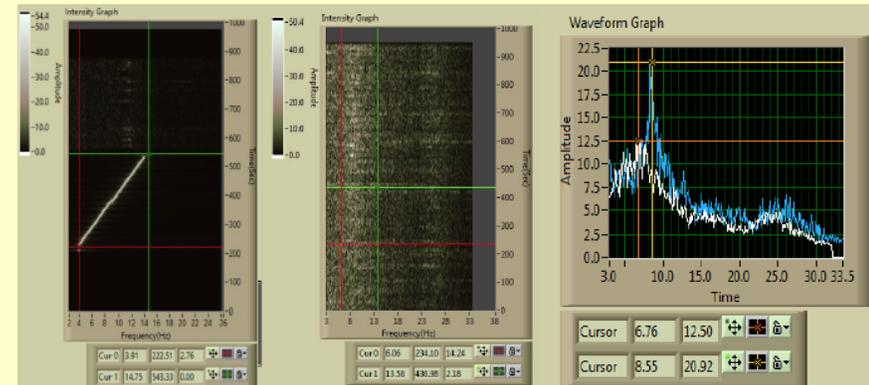
Динамический спектр светового сигнала при динамической фотостимуляции

Динамический спектр ЭЭГ ребенка 7 лет с эталонным уровнем зрелости

Динамический спектр взрослого испытуемого в оптимальном состоянии

Спектр ЭЭГ до (белые линии) и после (синие линии) динамической фотостимуляции при эталонной зрелости ритмики мозга

Признаки умеренной регрессии ритмики мозга



Динамический спектр светового сигнала при динамической фотостимуляции

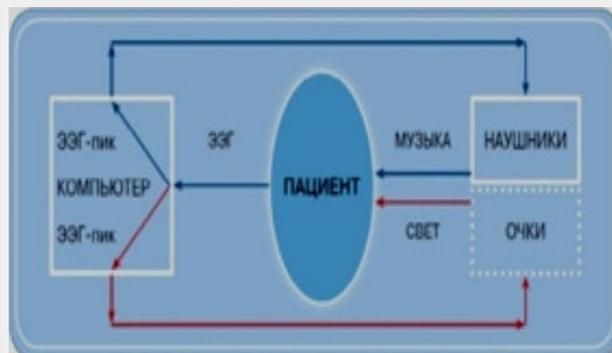
Динамический спектр ЭЭГ при функциональной пробе «динамическая фотостимуляция»

Спектр ЭЭГ до (белые линии) и после (синие линии) сеанса нейробиоуправления при умеренной регрессии

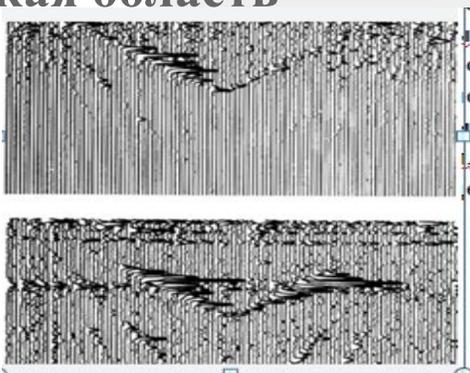
Технология свето-музыкальной адаптивной нейростимуляции с двойной обратной связью от ЭЭГ человека



Александр Иванович Федотчев, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории механизмов рецепции, Институт биофизики клетки РАН, Пущино, Московская область



У каждого испытуемого в реальном времени выявляются характерные и значимые для него узкочастотные ЭЭГ-осцилляторы, которые используются вместо чрезмерно широкополосных традиционных ЭЭГ-ритмов. При этом человеку, находящемуся в состоянии стресса, предъявляют «музыкаподобные» сигналы, по тембру напоминающие звуки флейты, которые плавно варьируют по высоте тона и интенсивности в прямой зависимости от текущей амплитуды доминирующего у субъекта альфа ЭЭГ-осциллятора, то есть в звуковые сигналы вводили ритмы сердцебиений испытуемого.





Создан и апробирован комплекс авторских методов объективной регистрации функциональных состояний и когнитивного потенциала человека.

Сформированы обширные (более 45000 записей) базы данных.

Выявлены и проанализированы признаки ряда нарушений функционального состояния.



СОБЫТИЙНО-СВЯЗАННАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ РИТМА СЕРДЦА (cogni-nn.ru)

- Неинвазивная, рекордно точная по времени (± 10 с) фиксация стрессов, профессионального выгорания, ковида, нарушений сердечно-сосудистой системы;
- Непрерывный мониторинг функционального состояния с синхронной регистрацией поведенческого и обстановочного контекста.

Web-платформа для управляемой активации когнитивных модулей (platform.ApWAY.ru)

- Дистанционные тесты в системе виртуальной и дополненной реальности
- Базы биомаркеров групп риска
- IT платформа системы сбора, анализа и хранения данных (cloud, big data)

ТЕХНОЛОГИЯ ДВОЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ОТ ЭЭГ ОСЦИЛЛЯТОРОВ ПАЦИЕНТА (NBF)

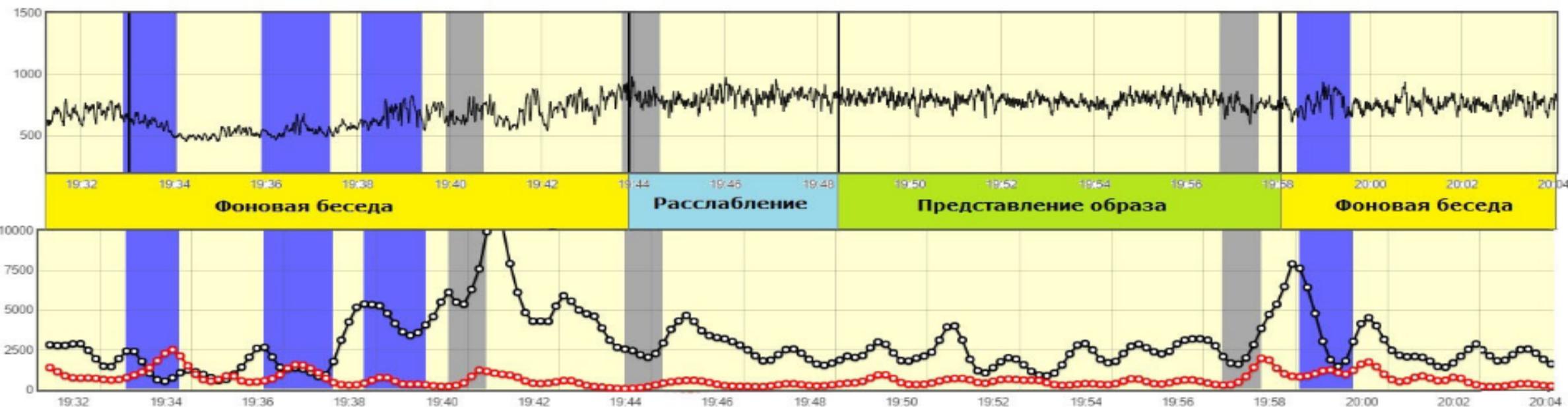
- Аудио-визуальная модуляция ритмов мозга без участия сознания;
- Диагностика зрелости и пластичности мозга;
- Оптимизация активности мозга для повышения интеллектуального потенциала и стрессоустойчивости.



Факультет Социальных Наук



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !



Синим цветом отмечены моменты, когда пациент испытывает стресс