

**Министерство образования и науки РФ
Академия медико-технических наук РФ
Технологический институт Южного федерального университета
НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ
ОКБ “Ритм” ЮФУ
ЗАО ОКБ “Ритм”
ООО НПКФ “Медиком МТД”
ООО НМФ “Нейротех”
Национальная Сеть Аспирантур по Биотехнологиям в Нейронауках в
рамках международного междисциплинарного проекта TEMPUS
Факультет биологических наук ЮФУ
Ростовское региональное отделение Общероссийской общественной
организации «Российский союз молодых ученых»**

Вторая всероссийская научная школа

**Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и
науке о мозге**

Тезисы трудов

Ростов-на-Дону

Издательство ЮФУ

2011

УДК 519.711.3; 539.1.08; 612.82; 681.322

Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и науке о мозге.
Тезисы трудов Второй всероссийской научной школы. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ,
2011. – 228 с.

Оргкомитет научной школы

ЗАХАРЕВИЧ Владислав Георгиевич – д.т.н., профессор, ректор ЮФУ
АЙДАРКИН Евгений Константинович – к.б.н., первый проректор ЮФУ
КИРОЙ Валерий Николаевич – д.б.н., профессор, директор НИИ НК ЮФУ
ТИМОШЕНКО Владимир Иванович – д.т.н., профессор ТТИ ЮФУ
СТАРЧЕНКО Ирина Борисовна – д.т.н., профессор ТТИ ЮФУ
ВИШНЕВЕЦКИЙ Вячеслав Юрьевич – к.т.н., доцент ТТИ ЮФУ
ЗАХАРОВ Сергей Михайлович – директор ООО НПКФ «Медиком МТД»
САХАРОВ Вадим Леонидович – к.т.н., доцент, зам. директора ОКБ «Ритм» ЮФУ,
зам. генерального директора ООО НМФ «Нейротех»
СУХОВ Александр Георгиевич – д.б.н., с.н.с., НИИ НК ЮФУ
ТАРАСОВ Сергей Павлович – д.т.н., профессор ТТИ ЮФУ

Программный комитет

ВЛАДИМИРСКИЙ Борис Михайлович – д.б.н., профессор, НИИ НК ЮФУ
ДАНИЛОВА Нина Николаевна – д.псих.н., профессор, МГУ (г. Москва)
ДУНИН-БАРКОВСКИЙ Виталий Львович – д.ф.-м.н., профессор, НИИ системных
исследований Российской академии наук (г. Москва)
КАЛЯЕВ Игорь Анатольевич – член-корреспондент РАН, директор НИИ МВС (г.
Таганрог)
ОМЕЛЬЧЕНКО Виталий Петрович – д.б.н., профессор, РостГМУ (г. Ростов-на-Дону)
ПОПЕЧИТЕЛЕВ Евгений Парфирович – д.т.н., профессор, СПбГЭТУ (г. Санкт-
Петербург)
ШКУРАТ Татьяна Павловна – д.б.н., профессор, директор НИИ Биологии ЮФУ
ШУЛЬГОВСКИЙ Валерий Викторович – д.б.н., профессор, зав. каф. МГУ (г. Москва)

Редакционная коллегия

Тимошенко В.И., Старченко И.Б., Сухов А.Г.

В сборнике трудов Второй всероссийской научной школы «Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и науке о мозге», проходившей в Южном федеральном университете в гг. Ростов-на-Дону и Таганрог в период с 5 по 8 сентября 2011 г. содержатся тезисы докладов участников школы. Представлена следующая тематика: Фундаментальные основы нейробиологии и науки о мозге, Аппаратные и программные средства функциональной диагностики мозговой активности, Интерфейс «Мозг-компьютер» (BCI) и подходы к созданию искусственного интеллекта, Биологическая обратная связь и функциональное биоуправление.

ISBN

© Оргкомитет «МОЗГ-2011»
© Издательство ЮФУ

Сборник тезисов докладов научной школы подготовлен при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 - 2013 годы

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ НАГРУЗОК	9
Айдаркин Е.К., Кундупьян О.Л., Кундупьян Ю.Л.....	
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ СТРУКТУРЫ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ПРИМЕРОВ	13
Айдаркин Е.К., Фомина А.С.	
ТАНЦЕВАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ: АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ	17
Аксенова Ю.Ю., Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Травова Е.С.	
ТАНЦЕВАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ: АНАЛИЗ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ.....	21
Аксенова Ю.Ю., Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Травова Е.С.	
ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА: ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕЖСТРУКТУРНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ.....	24
Асташева Е.В.	
СЕМИОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	28
Бережной Д.С., Никольская К.А.	
ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСИХИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ	32
Боев О.И., Бакуменко К.И., Уткин В.А.Ягода, С.А., Иванченко В.В., Кухарова Т.В.	
ПРИБОР ДЛЯ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ.....	36
Васин Д.А., Сахаров В.Л.	
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИНИ ЭНЦЕФАЛОГРАФ	38
Васин Д.А., Сахаров В.Л.	
ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ИЗМЕНЕННЫХ СОСТОЯНИЙ СОЗНАНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЭЭГ СИГНАЛА.....	41

Датченко С.А.	
СВЯЗЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МОЗГА И ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ	45
Демарева В.А.	
АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МОЗГА ПО РЕКОНСТРУИРОВАННЫМ СИГНАЛАМ ЭЭГ	46
Дорогобед Л.А., Лучинин А.В.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕЙРОНОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ПРОГРАММЕ MATHCAD	50
Душенин Д.Ю.	
ПРИМЕНЕНИЕ АТТРАКТОРОВ ЭЭГ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ.....	54
Ермолаева И.О.	
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК.....	56
Жукова Е.В.	
РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ).....	59
Зарубин Г.А., Пучкин М.В.	
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ШИЗОФРЕНИИ И ОРГАНИЧЕСКОГО ШИЗОФРЕНОПОДОБНОГО РАССТРОЙСТВА.....	63
Ивашев С.П., Новикова Ю.Г.	
СКРИНИНГОВАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА В ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	67
Индюхин А.А.	
К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ОРГАНИЗАЦИИ РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В КОРКОВЫХ КОЛОНКАХ СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫС	71
Кириченко Е.Ю.	
АЛГОРИТМ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ СЛУХА	75
Кириченко И.И.	
ОСОБЕННОСТИ ОСМОТРА СЦЕН ПРИ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ НАВИГАЦИИ В ВИРТУАЛЬНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ СРЕДЕ	79
Петрушан М.В., Колтунова Т.И.	

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГИСТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНЕЧНОГО МОЗГА КЛЕСТА-ЕЛОВИКА (LOXIA CURVIROSTRA) И СЕРОЙ ВОРОНЫ (CORVUS CORNIX).....	83
Константинов В.Ю., Герасимов А.Е.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОВЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ	87
Коровина О.С.	
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭВОЛЮЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	90
Коханов В.С.	
АНАЛИЗАТОР КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	94
Лавриненко М.Ю.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА В ПАКЕТЕ МАТЛАВ	96
Лащенко К.А.	
ВИДЕООКУЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В НОРМЕ И ПРИ ЭКСТРАПИРАМИДНЫХ РАССТРОЙСТВАХ... 	98
Литвинова А.С., Богданов Р.Р., Ратманова П.О., Напалков Д.А.	
РОЛЬ ГАМКА И ГАМКБ РЕЦЕПТОРОВ В ПРОЦЕССАХ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В КОЛОНКАХ СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЫ КРЫС	102
Матухно А.Е.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ФАЗОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОНОВОЙ И ВЫЗВАННОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА КРЫСЫ В РАЗНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ	106
Медведев Д.С., Беличенко Л.А., Вдовюк А.В.	106
ДИНАМИКА УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ ПОСЛЕ ЛЕГКОЙ И СУБМАКСИМАЛЬНОЙ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У СПОРТСМЕНОВ.....	110
Николаев Р.Ю., Мельников А.А.	
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	113
Мозговая Е.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ НЕЙРОСЕТЕВОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ЭКГ.....	116
Пермяков С.А.	

БЕГОВЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ: АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ПОЗИЦИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ, СПОРТИВНОГО И ЛЕЧЕБНОГО ТРЕНИНГА	121
Плужникова Е.Н., Брумштейн Ю.М., Сокольская Ю.В., Книжников В.М., Гаврилова Э.А.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА В НЕРВНОМ ВОЛОКНЕ НА ОСНОВЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ	126
Понетаева Е.Г.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	130
Простова О.Н.....	
ФАЗОЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ФОНОВУЮ ЭЭГ И ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТУЕМЫХ.....	132
Пушкин А.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ.....	135
Радченко Г.С.	
СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАМЕНТА С ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ БОС-АЛЬФА-ТРЕНИНГА	139
Рогожина Н.В.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ В СТРЕЛКОВОМ СПОРТЕ.....	143
Салихова Р.Н., Ратманова П.О., Коликов М.Б., Напалков Д.А.	
К ВОПРОСУ О ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ЛОКАЛЬНОГО РИТМОГЕНЕЗА НЕЙРОННЫХ КОЛОНОК СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫСЫ.....	147
Сердюк Т.С.....	
СИНХРОНИЗАЦИЯ ЭЭГ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И ВЕНТРАЛЬНОГО ГИППОКАМПА ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ УСЛОВНОМУ РЕФЛЕКСУ АКТИВНОГО ИЗБЕГАНИЯ.....	151
Серкова В.В., Серков А.Н., Майоров В.И.	
ВЛИЯНИЕ НОРАДРЕНАЛИНА НА РИТМОГЕНЕЗ НЕЙРОННЫХ КОЛОНОК СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫСЫ.....	154
Синицына В.В.	
АНАЛИЗ ПЕЙСМЕКЕРНЫХ СВОЙСТВ МОДЕЛЬНОГО НЕЙРОНА	158

СКОРНЯКОВА М.В., СУХОВ А.Г., КИРОЙ В.Н.	
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СТАТОКИНЕТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С СДВГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАБИЛОГРАФИИ И БИОЭЛЕКТРОГРАФИИ В ПРОЦЕССЕ КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ	162
Скураатовская М.Л., Светицкая Л.П.	
ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ АНТИТЕЛ К БЕЛКУ S-100 У САМОК МЫШЕЙ НА РАЗВИТИЕ ИХ ПОТОМСТВА В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД	166
Лобанов А.В.	
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПСИХОКОРРЕКЦИИ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АДАПТАЦИИ.....	167
Смекалкина Л. В., Шевцов С.А., Демченко О.С.	
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕРАПИЯ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОАГЕНТОВ	172
Соботницкий И.С.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРОВОДИМОСТИ СПИНОГО МОЗГА	173
Сорочинский А.А.	
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	177
Талев Е.М.	
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ЭЭГ ПАЦИЕНТОВ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ	178
Тимошенко Е.А.	
ПЛАСТИЧНОСТЬ МОЗГА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОГНИТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ.....	183
Тимошенко Т.В.	
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЭМОЦИОНАЛЬНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ САМОРЕГУЛЯЦИИ СОСТОЯНИЯ С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ.....	185
Трунова М.С.	
ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИНСУЛЬТА ГОЛОВНОГО МОЗГА У КРЫС CD ПОД ВЛИЯНИЕМ ДИПИРИДАМОЛА... 	189
Туховская Е.А.	
ЛИЧНЫЙ ПРОЕКТ	192

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИИ	192
Тытарь А.Д.	
СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЖИЗНЕННО ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА	195
Тычков А.Ю., Клебнева А.Е.	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕННЫХ СОСТОЯНИЙ СОЗНАНИЯ	199
Хало П.В., Галалу В.Г., Омельченко В.П.	
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ВНЕШНИХ СИГНАЛОВ ЖИВОТНЫМ	203
Хебнев Ф.Г., Шарапов М.П., Журавлев Б.В., Муртазина Е.П., Кудрявцев Д.С.	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОСМОТРА ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	207
Шапошников Д.Г., Осинев В.А., Колтунова Т.И.	
ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К СБОРУ И АНАЛИЗУ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ МОБИЛЬНЫХ ПАЦИЕНТОВ.....	209
Неживая Ю.Н., Брумштейн Ю.М., Водопьянов А.Е., Гуськова Н.И.	
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА	213
Аксенова Ю.Ю., Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Неживая Ю.Н., Завьялова Е.В..	
СМЫСЛО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАНДАРТНЫХ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭГОСКОПИИ.....	217
Юрьев Г.П., Захаров С.М., Скоморохов А.А.	
НЕЙРОКАНТОЦИТОЗЫ: РЕДКИЕ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ	221
Ягода С.А.	
ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНЫХ МИКРОДВИЖЕНИЙ ПРИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЯХ РАЗНОГО ГЕНЕЗА	224
Кручинина А.П., Холмогорова Н.В.	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГРУПП АВТОНОМНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ.....	226
Истомин В.В.	

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ НАГРУЗОК

Айдаркин Е.К., Кундупьян О.Л., Кундупьян Ю.Л.

*Южный федеральный университет
diamanta@mail.ru*

Фактический материал, свидетельствующий о неодинаковом вкладе мозговых полушарий в процессы зрительного восприятия, опознания и запоминания зрительных стимулов, составляет к настоящему времени многие сотни работ [1, 2, 3]. Среди гипотез относительно природы межполушарных различий наиболее распространены две: одна связывает эти различия с вербализацией воспринимаемых стимулов, другая считает, что различия связаны с разным когнитивным стилем работы полушарий [3]. В основе межполушарных отношений при зрительном опознании лежат различные способы описания изображений в правом и левом полушариях головного мозга [1, 3]. Правое и левое полушария используют разные стратегии обработки зрительной информации [1].

Целью нашего исследования было изучить динамику времени реакции, спектральные характеристики ЭЭГ при выполнении вербальных и невербальных нагрузок.

В исследование принимало участие 29 человек в возрасте от 18 до 26 лет. Каждый испытуемый участвовал в 2-х экспериментальных ситуациях: распознавание слов и распознавание картинок. Во время выполнения теста регистрировали ВР, ЭЭГ. Методика правополушарных или левополушарных нагрузок заключалась в том, что обследуемому предлагался видеоряд, который состоял из 4 картинок (слов). Три картинка (слова) объединялись между собой по смыслу, а четвертая – не подходила по смыслу, т.е. была «лишней». Если «лишняя» картинка (слово) относилась к одушевленным предметам, то надо было нажать правой рукой на правую клавишу манипулятора «мышь», если «лишняя» картинка (слово) была неодушевленной, то необходимо было нажимать левой рукой на левую клавишу манипулятора «мышь». 1 слайд предъявлялся в течение 8 с в случае картинок и в течение 10 с в случае слов. Каждый обследуемый должен был просмотреть 100 слайдов. Выбор и реализация режимов стимуляции, регистрация ЭЭГ осуществлялась при помощи компьютерного энцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03» (изготовитель - НПКФ «Медиком-ЛТД», г. Таганрог). Оцифрованная ЭЭГ экспортировалась в программную среду Matlab, где проводилась дальнейшая обработка сигналов.

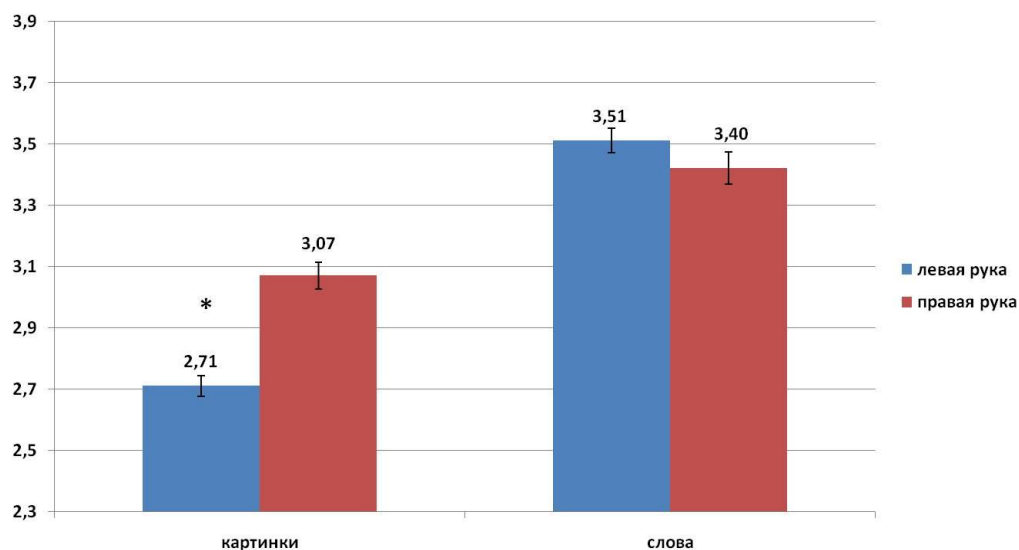


Рисунок 1. Время распознавания невербальных стимулов (картинки) и вербальных стимулов (слова) у всех обследуемых (29 человек).

Обозначения: по оси абсцисс – экспериментальные пробы (распознавание картинок и слов), по оси ординат – время распознавания картинок и слов в секундах, * - достоверное изменение времени реакции ($F=1,69$ $p=0,002$).

Анализ времени реакции показал, что скорость выполнения образных и вербальных задач достоверно различалась (рис.1). В целом, образные задачи человек решал быстрее, чем вербальные. Кроме того, существовала асимметрия рук по времени реакции. В образных задачах достоверно более быстрая реакция наблюдалась для левой руки (2,71 с) по сравнению с правой рукой (3,07 с) ($F=1,69$ $p=0,002$).

При решении вербальных задач наблюдаем обратную тенденцию: левая рука справляется с заданием позже (3,51 с), чем правая (3,40 с). Характер асимметрии может меняться в зависимости от задачи и характера тестирования, в том числе от таких факторов, как продолжительность или интенсивность стимулов, субъективная стратегия, направленность внимания [3].

Вероятно, недостоверные групповые данные при решении вербального задания связаны с тем, что все обследуемые по стратегии деятельности подразделились на 2 группы. На рисунке 2 представлена более детальная динамика времени распознавания слов в этих 2 группах обследуемых. На рисунке 2А представлена 1 группа (13 человек), у которой реакция на слова левой рукой достоверно происходила быстрее, чем правой ($F=1,86$ $p=0,01$). На рисунке 2В представлена вторая группа (16 человек), у которой наблюдали обратную тенденцию ($F=1,79$ $p=0,001$). Согласно литературным данным, кроме того, что левое полушарие традиционно связывают с восприятием вербальных стимулов, существуют и противоположные данные [1, 3].

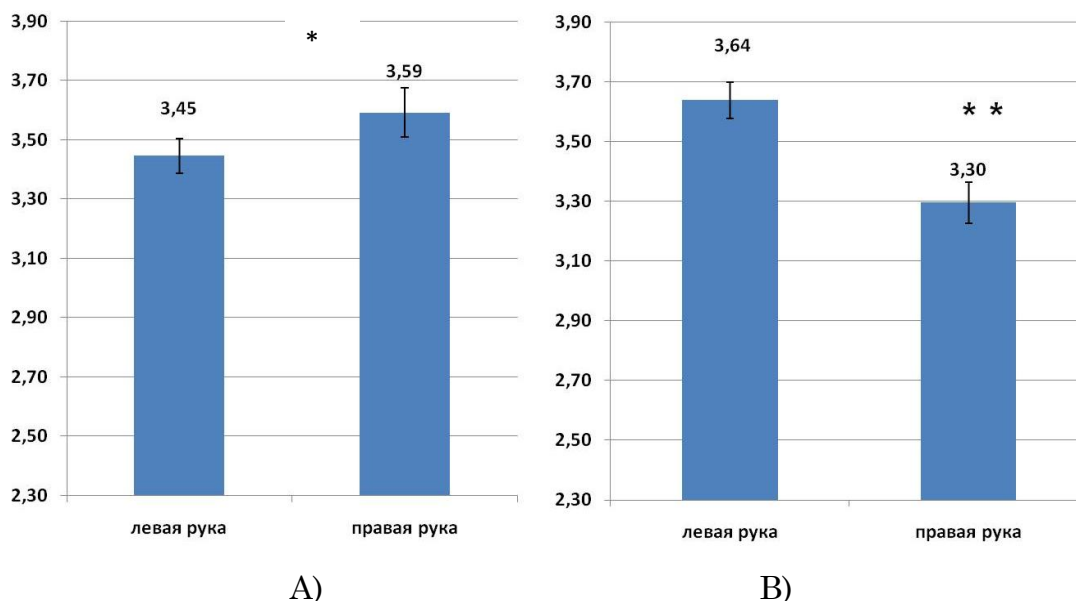


Рисунок 2. Время распознавания вербальных стимулов (слова) у группы обследуемых с более быстрой левой рукой – 13 человек (рис. 2А) и группы с более быстрой правой рукой – 16 человек (рис. 2В)

Обозначения: по оси абсцисс – распознавание слов правой или левой рукой, по оси ординат – время распознавания слов в секундах.

Так в литературе существует мнение, согласно которому межполушарная асимметрия в решающей мере зависит от функционального уровня переработки информации [1]. При таком подходе особое внимание уделяется не столько предъявляемому стимульному материалу, сколько особенностям гностической задачи. Принято считать, что правое полушарие специализировано в отношении переработки информации на образном функциональном уровне, левое – на категориальном [1]. Существуют 2 разных уровня переработки информации в зависимости от степени перцептивной сложности зрительной информации: перцептивный и семантический [1].

Анализ спектральных характеристик ЭЭГ показал (рис.3), что выполнение невербальных и вербальных задач в основном сопровождалось наличием фронтально-окципитальной асимметрии в диапазоне изучаемых ритмов (рис.3). Согласно литературным данным это может указывать на активацию передней и задней систем внимания [4, 5]. Распознавание картинок сопровождалось симметричными ФМВ исследуемых ритмов. Так в диапазоне дельта- и тета-активности при распознавание слов наблюдали 2 ФМВ передний и задний, которые вероятно могут быть связаны с передней и задней системой внимания.

Распознавание слов в группах с разной стратегией характеризовалось разной дельта-активностью. В группе с преобладанием правого полушария дельта-активность имела сходную конфигурацию с распознаванием картинок, а тета-активность имела 2 ФМВ передний и задний. В группе, где при распознавание слов преобладало левое полушарие наблюдали передний ФМВ дельта- и тета-активности.

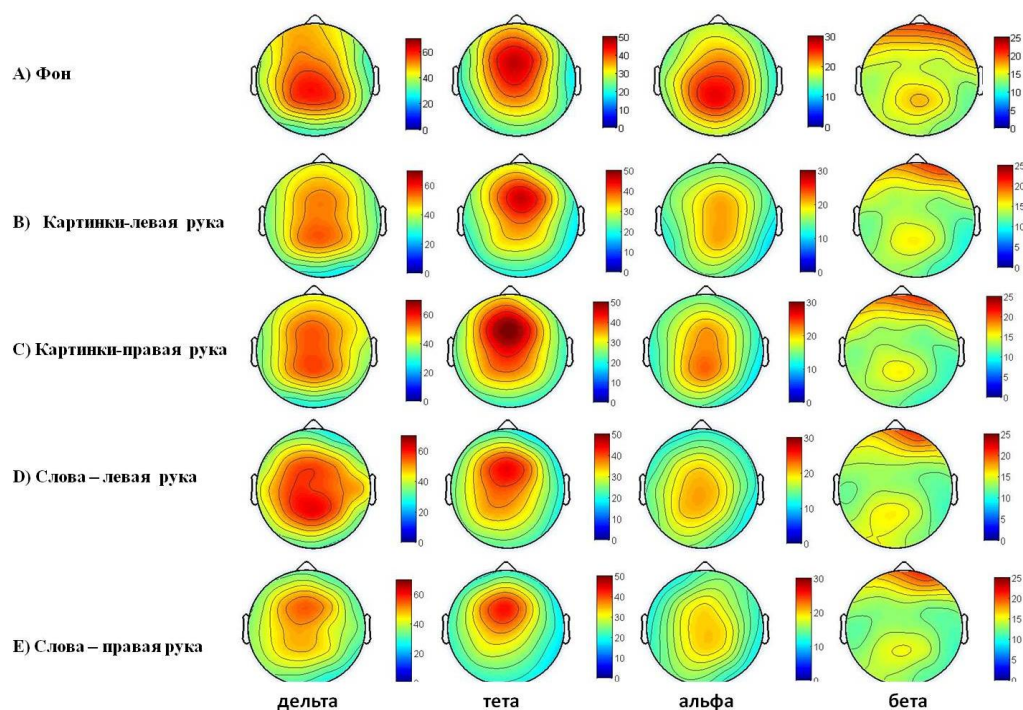


Рисунок 3. Спектры мощности у испытуемых в фоновом состоянии (А), при распознавании невербальных стимулов (картинки) (В,С) и вербальных стимулов (слова) (D,Е).

В диапазоне альфа-активности при распознавании слов наблюдали другой вид ФМА - активацию одноименных образований, лежащих в левом и правом полушариях. Так при реакции на слова левой рукой наблюдали ФМВ в центрально-теменной области левого полушария, а при реакции на слова правой рукой – противоположную картину. Кроме того, распознавание слов характеризовалось более мощной альфа-активностью, чем распознавание картинок.

Таким образом, можно предположить, что решение вербальных и невербальных заданий, вероятно, контролируются разными механизмами, осуществляющими функциональную межполушарную асимметрию, вероятно, такими как: 1. механизм обработки образной информации, связанный со стратегиями правого полушария, 2. механизм обработки логической информации, связанный с левым полушарием и не зависящий от характера поступающей информации (вербальная и невербальная), 3. механизм обработки вербальной информации, связанный со стратегиями правого полушария.

1. Зальцман А.Г., Меерсон Я.А. О роли правого и левого полушарий головного мозга в процессе восприятия зрительной информации // Физиология человека Т. 16, № 5, 1990. - с. 29-41.

2. Кураев Г. А. Функциональная асимметрия коры мозга и обучение. — Ростов-н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1982. — 158 с.

3. Леушина Л.И., Невская А.А. Различия полушарий в обработке зрительной информации и опознании зрительных образов // Функциональная межполушарная

асимметрия. Хрестоматия. Под ред. Н.Н. Боголепова, В.Ф. Фокина. - М: Научный мир, 2004. - 728 с.

4. Basar E., Basar-Eroglu C., Karakas S., Schurmann M. Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes // International Journal of Psychophysiology 2001, 39, 241-248.

5. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Res Brain Res Rev. 1999 Apr;29(2-3):169-95

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ СТРУКТУРЫ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ПРИМЕРОВ

Айдаркин Е.К., Фомина А.С.

*Учебно-научно-исследовательский институт валеологии ЮФУ
a_bogun@mail.ru*

В современной литературе большое внимание уделяется проблемам анализа структуры арифметических задач. Не вызывает сомнений предположение о том, что сложные когнитивные задачи состоят из организованных в определенном порядке элементарных операций. Как правило, в литературе происходит анализ целого примера и конкретного влияния его содержания на психофизиологические процессы, тогда как тонкого анализа процесса решения не производится.

Целью работы стало исследование временной динамики и нейрофизиологических коррелятов этапов решения арифметических примеров на сложение и умножение. В исследовании приняли участие 18 человек, все праворукие. Методика заключалась в поочередном решении блоков примеров на сложение и умножение двузначных чисел. Операнды и знаки операций предъявлялись последовательно в течение 700 мс. В задачу обследуемых входило отмечать выполнение каждой арифметической операции нажатием на клавишу манипулятора «мышь». Регистрация всех показателей проводилась с помощью компьютерного электроэнцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03» монополярно по системе 10-20. Оцифрованные данные экспортировались в «MATLAB», где рассчитывались время решения (ВРеш), вероятность ошибки, спектральная мощность ритмических диапазонов ЭЭГ и значения функции когерентности (КОГ). Достоверность различий оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа.

При сложении наблюдается линейная зависимость ВРеш от количества операций, т.к. прибавление каждой из них приводило к приросту ВРеш на сходную величину (рис.1). Для умножения выявлена куполообразная динамика ВРеш.

Большая часть примеров на сложение решалась в 2 и 3 этапа с небольшой вероятностью ошибки, максимум которой показан при решении в 1 операцию, минимум - при решении в 4 операции. Для умножения основная часть примеров решалась в 3 и 2 операции с меньшей вероятностью ошибки. Максимальная вероятность ошибок показана для решения в 5 и 1 этап.

ЭЭГ анализировалась на следующих этапах решения: чтение условия, решение, отдых (рис.2). Во всех диапазонах присутствовали 4 основных фокуса активации. При сложении чтение условия приводило к формированию в дельта-диапазоне фокусов активности: в лобно-центральной и теменной области левого полушария, а также в правых теменно-височной и лобной зонах. Асимметрия активации была выражена четко. Лобно-центральный и теменной фокусы левого полушария присутствовали в тета-диапазоне, отличаясь меньшей спектральной мощностью.

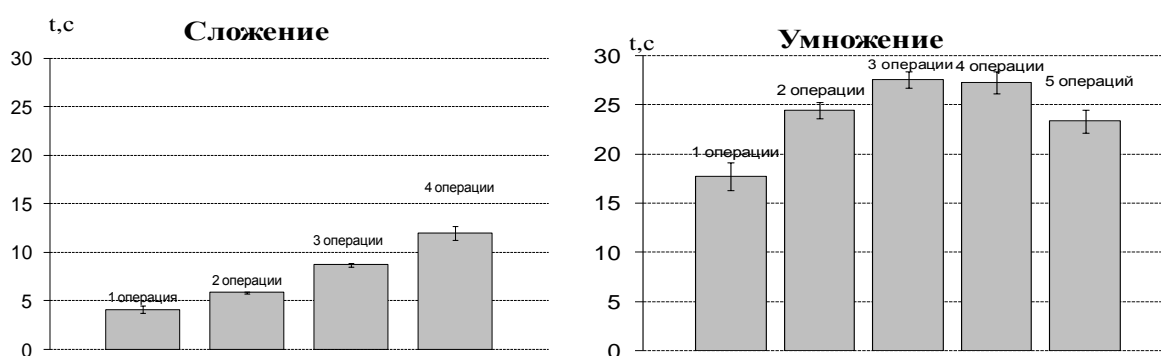


Рис. 1. Зависимость длительности решения арифметических примеров от количества операций. По оси абсцисс показано количество операций, по оси ординат – длительность решения примера, с.

Для альфа-частот показано наличие десинхронизации в сравнении с фоном. Процесс решения сопровождался увеличением в ЭЭГ количества дельта-волн и слиянием фокусов, в результате центральная область обоих полушарий и правые теменные области оказывались наименее активированными. В тета-ритме происходило усиление левого лобного фокуса со смещением в передние области. Окончание процесса вычисления сопровождалось некоторым ослаблением мощности во всех диапазонах с сохранением фокусов, характерных для стадии решения. При решении примеров на умножение во всех состояниях фокусы активации были менее выражены и более четко локализованы. Чтение условия сопровождалось появлением дельта-фокусов в лобно-центральной и теменной области левого полушария и височного фокуса в правом полушарии. За счет смещения лобного фокуса в центральные области асимметрия тета-ритма сглаживается. Десинхронизация альфа-ритма была более выражена в сравнении с аналогичной стадией для сложения. Решение примера приводило к усилению дельта-частот и сглаживанию асимметрии альфа-ритма, а окончание было сходно с другими стадиями, отличаясь ослаблением мощности дельта-частот. При дальнейшем анализе ЭЭГ было выявлено, что оптимальное количество этапов решения сопровождалось небольшими значениями спектральной мощности, высокие значения которой были связаны с

пропусками решения и максимальным числом операций. Для сложения такая активация связана с решением примеров в 2 этапа, для умножения - с решением в 2 и 3 этапа.

Предполагается связь дельта-активности с поиском и принятием решения при осуществлении сложной деятельности, опосредованной произвольным вниманием и процессами рабочей памяти [1]. Усиление фокусов дельта-активности в левом полушарии и ослабление в правом связывается с избирательным подавлением «сети ментальной арифметики», приводящем к активации только необходимой части ресурсов [4]. Распространение тета-активности в височную долю левого полушария отражало кодировку информации в памяти, т.к. в эту область проецируется активность структур гиппокампа [3]. Локализация ряда центров активации в правом полушарии может быть связана со спецификой арифметических задач, требующих вовлечения дополнительных операций (активация рабочей памяти, поиск арифметических фактов в памяти) и реализацию процедурной стратегии [5].

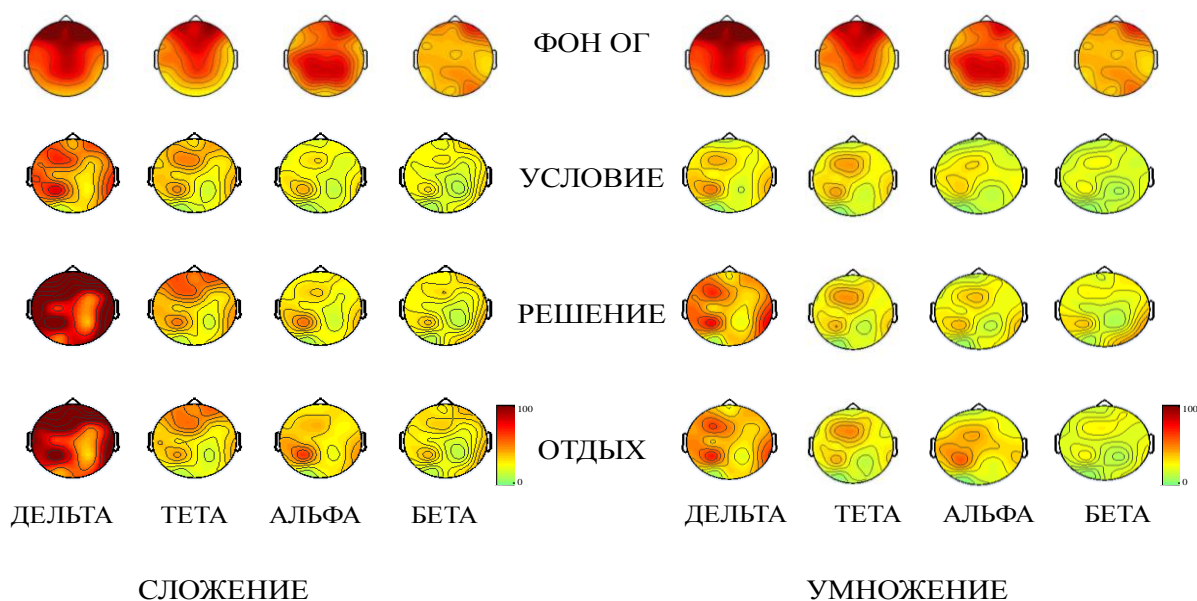


Рис. 2. Распределение активности по поверхности скальпа в различных состояниях. Темный цвет соответствует более высоким значениям спектральной плотности в соответствующих ЭЭГ-отведениях.

На рис 3. представлена динамика КОГ при решении примеров для обоих блоков задач. В фоне наблюдался высокий уровень КОГ внутриполушарных и межполушарных связей, в особенности для дельта-частот. При чтении условия происходило появление межполушарной асимметрии КОГ в виде усиления синхронизации в левом полушарии между лобными и теменными, лобными и височными областями, а также в обеих височных зонах. В области альфа-диапазона усиливалась связь между левой лобной и теменной областями, что, возможно, связано с подготовкой к следующему этапу решения. Для тета-диапазона показано усиление связи в правом полушарии, что сохранялось и при решении примера. После окончания решения в правом полушарии уровень связей височной зоны с лобной и теменной возвращался к фоновым значениям. При умножении асимметрия

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

КОГ сглаживалась ввиду сохранения в правом полушарии фоновых связей. Для всех состояний в дельта-диапазоне происходило усиление КОГ височных зон. При чтении условия усиление связи лобной и височной зон слева происходило в альфа и тета-диапазоне. При решении максимум изменений происходил в тета- и альфа-частотах, в дельта-диапазоне сохранялись фоновые значения КОГ. После окончания решения восстановления фоновой картины активации не происходило, но значения КОГ была ближе к фоновым значениям, чем при сложении.

Различия в уровне КОГ между задачами могут быть связаны с отражением в усилении левополушарной КОГ необходимости анализа текущей ситуации и принятия решения, а правой – с реализацией имеющегося навыка. Следовательно, сложение в основном связано с протеканием манипуляций с цифрами, а умножение – с процессами памяти.

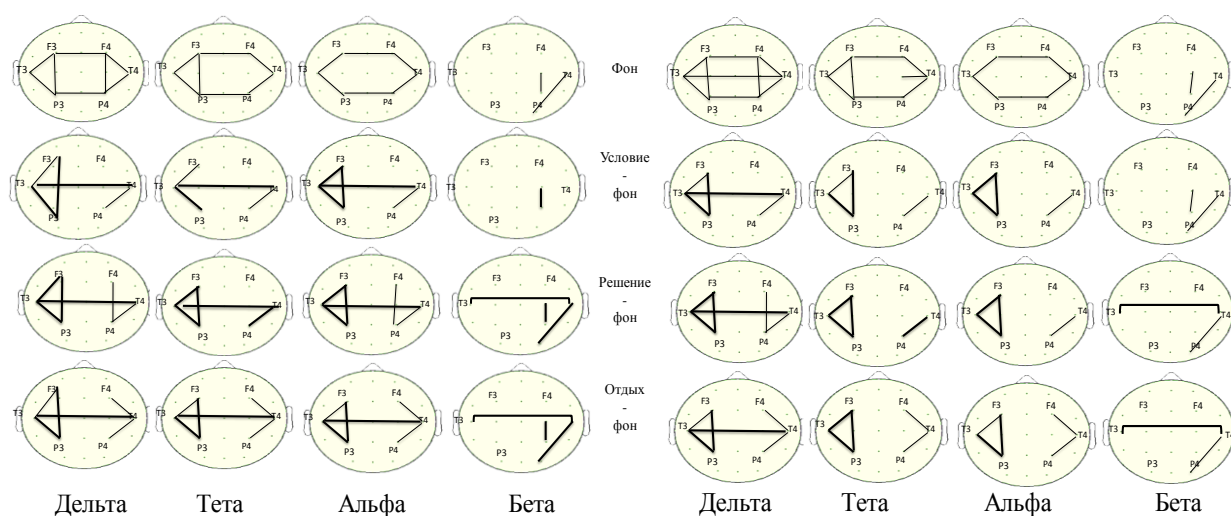


Рис. 3. Динамика КОГ при решении арифметических задач в рассматриваемых состояниях. Толстыми линиями показано увеличение КОГ, тонкими – сохранение фоновых значений КОГ.

Показана связь низкочастотного тета-ритма в области зоны Брока и левой теменно-височной коры с активацией внутренней речи [1]. Следовательно, наличие в КОГ лобно-височной связи может отражать связь зоны Брока при помощи дугообразного пучка с зоной Вернике, образуя систему, отвечающую за вербальный способ кодирования числовой информации [1], а наличие межполушарной связи височных областей – координацию работы зон Вернике. При умножении увеличение КОГ в тета-полосе свидетельствует об использовании характерной для него стратегии поиска арифметических «фактов» [3]. Выраженная активация в левой теменной области происходит при решении арифметических задач, связанных с поиском информации в памяти, а применение процедурной стратегии сопровождается широкой активацией в лобно-теменной сети, состоящей из теменной борозды, левой премоторной области, левой прецентральной извилины и правой дорсолатеральной префронтальной коры [4,5].

1.Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Издательский центр «Академия», 2002 – 384 с.

2.Мачинская Р.И. Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания (аналитический обзор) // Журнал высшей нервной деятельности, 2003,т.53,№ 2, с. 133-150

3.[De Smedt B](#), [Boets B](#). Phonological Processing and Arithmetic Fact Retrieval: Evidence From Developmental Dyslexia//[Neuropsychologia](#). 2010 Dec;48(14):3973-81.

4.[Dimitriadis SI](#), [Laskaris NA](#), [Tsirka V](#), [Vourkas M](#), [Micheloyannis S](#)What does delta band tell us about cognitive processes: a mental calculation study. // [Neurosci Lett](#). 2010 Oct 8;483(1):11-5. Epub 2010 Jul 21.

5.Micheloyannis S., Sakkalis V, Vourkas M., Stam C., Simosp. Neural networks involved in mathematical thinking: evidence from linear and non-linear analysis of electroencephalographic activity // Neuroscience Letters, 2005, 373 212–217.

ТАНЦЕВАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ: АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ И ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ

Аксенова Ю.Ю., Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Травова Е.С.

*Астраханский государственный университет
aks-juliana@mail.ru*

Танцевально-двигательную терапию (ТДТ) принято относить к классу психотерапевтических методов [1,2]. Однако ТДТ позволяет решать и некоторые другие задачи медико-биологического направления, включая профилактику и снятие стрессов [3,4]. В литературе для ТДТ встречаются и иные термины: танцевальная терапия; данс-терапия и пр. Во всех случаях речь идет о выполнении движений тела и конечностей под музыку. При этом характерны свободные движения танцующих, различные импровизации. Спонтанность движений обеспечивает чувство психологической раскованности танцующего, возможности его самовыражения посредством танцевальных упражнений.

Сведений о специальных разработках «танцев» для лечебных (лечебно-реабилитационных) целей нам в литературе найти не удалось. Смежным с ТДТ направлением можно считать ритмическую гимнастику (ритм выполнения упражнений задается звуковыми воздействиями, причем не обязательно музыкой). Ранее для лиц «сидячих» профессий широко использовалась производственная гимнастика (обычно на рабочем месте) под музыку, для чего делались специальные кратковременные перерывы в работе.

Использование методов ТДТ в целом не характерно для кабинетов лечебной физкультуры медучреждений (включая стационарные). Зато ТДТ на коммерческой

основе активно занимаются автономные организации, которые иногда конкурируют за «клиентуру» с самодеятельными хореографическими коллективами, школами танцев и пр.

В общем случае задачами, решаемыми с использованием ТДТ могут быть: профилактика и лечение стрессовых состояний, в т.ч. вызванных гипокинезией, монотонными звуковыми воздействиями и пр.; психологическая реабилитация пациентов, после травм (в т.ч. и психических), различных заболеваний органического характера и пр.; реабилитация опорно-двигательного аппарата пациентов после различных заболеваний и травм; выработка (восстановление) координации движений конечностей, в т.ч. и в рамках восстановления профессиональных навыков; тренировка сердечно-сосудистой и мышечной систем путем задания дозированных нагрузок; групповая психотерапия за счет взаимного психологического воздействия пациентов в рамках ТДТ. Варианты с «парными» танцами двух пациентов для ТДТ в общем-то не характерны, а танцы с инструкторами обычно применяются «фрагментарно по времени».

Использование ТДТ обычно ограничивается физическими возможностями пациентов и, в ряде случаев, наличием некоторых психологических барьеров. Для лиц, с ДЦП и некоторыми другими заболеваниями ограничения могут быть связаны с невозможностью воспроизведения сколько-нибудь сложных ритмов.

В среднем для детей и молодежи возможности использования и эффективность ТДТ выше по сравнению с лицами пожилого возраста, особенно страдающими сердечно-сосудистыми заболеваниями. Кроме того, следует помнить и об определенной травмоопасности ТДТ, особенно существенной для пожилых лиц, страдающих остеопорозом нижних конечностей.

Подчеркнем, что упражнения в рамках ТДТ оказывают комплексное воздействие на пациента. При этом задействован как блок «централизованного управления» двигательной активностью человека (мозг), так и различные каналы восприятия информации. Эту информацию можно условно разделить на «внешнюю» по отношению к человеку и «внутреннюю» - последняя обеспечивает «обратные связи» по управлению движением различных частей тела. Таким образом, при ТДТ имеют место взаимосвязанные потоки информации по направлению как к мозгу, так и от мозга. Регулирование объемов этих потоков возможно за счет изменения: характера музыкального сопровождения; интенсивности упражнений ТДТ; их сложности и пр.

В качестве внешних источников информации укажем: музыку (и особенно ее ритмику); голосовые указания тренера (врача); вид и действия других участников ТДТ; показ упражнений тренером или с помощью видеороликов и др. Дополнительно отметим возможность наложения на музыкальное сопровождение текстов с «внушением информации в рамках психотерапевтических методик». В силу снижения «барьеров восприятия» в процессе выполнения ТДТ-упражнений (за счет концентрации внимания на их выполнении) такое внушение может быть даже более эффективным, чем при нахождении пациента в расслабленном состоянии.

Внутренними источниками информации для лица, выполняющего элементы ТДТ, могут быть: ощущения, связанные с положением/передвижением тела в целом и отдельных конечностей (включая болевые ощущения); тактильные ощущения, включая движения воздуха вокруг тела; сигналы с «полукружных каналов» (обеспечивающие поддержание равновесия тела); ощущения одышки, пота и пр.

Снятие эмоционально-психологических стрессовых нагрузок в рамках ТДТ фактически достигается за счет отвлечения внимания пациента от внешних неблагоприятных факторов, переноса его на положительные «внутренние» ощущения, связанные с процессом и результатами управлением движениями собственного тела. В рамках ТДТ при постепенном наращивании сложности упражнений можно создать определенный «запас устойчивости» организма к неблагоприятным внешним воздействиям, включая эмоционально-психологические нагрузки.

Кроме того, в рамках ТДТ в определенных пределах возможна и диагностика психологического состояния пациента за счет интерпретации танцевальных движений и их сочетания с музыкой.

В общем случае ТДТ может применяться в таких формах: индивидуальные занятия, в т.ч. и самостоятельные; парные занятия при которых один из партнеров обычно является инструктором; групповые занятия лиц одного или разных полов. Периодичность и продолжительность занятий могут быть различными.

Для ТДТ различные танцы пригодны в разной степени. В частности малоприспособлены сложные в исполнении танцы (включая большинство бальных) и виды танцев, требующие больших физических нагрузок (включая брейк-данс, большинство латиноамериканских танцев и пр.). В то же время могут использоваться специально разработанные «танцевальные упражнения» (фрагменты танцев), которые к танцам в общепринятом понимании отнести вообще нельзя.

По умолчанию считается, что ТДТ предназначены для лиц, которые могут самостоятельно держаться на ногах. Заслуживает внимания также использование страховочных вертикальных подвесок (крепящихся, например, к потолку) для лиц, плохо держащихся на ногах. Под ритмическую музыку упражнения в принципе могут выполнять и инвалиды-колясочники, а также лежачие больные, которые способны управлять движениями своих конечностей.

Индивидуальные ТДТ занятия могут проводиться в различных местах: на дому у пациентов; в медучреждениях; в реабилитационных центрах; в спортивных залах; в фитнес-центрах; в рекреационных и просто не используемых помещениях организаций (в свободное от работы время) и др.

Преимуществами индивидуальных ТДТ-занятий могут быть: лучший учет индивидуальных особенностей (а также субъективных и объективных потребностей) пациента – в т.ч. физических возможностей и эмоционально-психологического состояния; возможность использования любых музыкальных произведений «без оглядки» на интересы других тренирующихся; минимальная площадь, необходимая для занятий (зачастую достаточна комната по месту жительства); отсутствие необходимости в специальной одежде и обуви (дома обычно можно заниматься в чем

удовно). При работе с инструктором – лучший индивидуальный контакт с ним по сравнению с групповыми занятиями.

Основные недостатки индивидуальных занятий: высокая трудоемкость в отношении работы инструкторов (тренеров) при очных занятиях; сложность организации контроля качества и полноты выполнения упражнений; отсутствие фактора групповой психотерапии.

Преимущество парных занятий с участием инструктора (тренера) связано с возможностью его прямого невербального воздействия на пациентов, лучшего прямого управления движениями тела пациента и пр. Недостаток (как и у индивидуальных занятий) - высокие трудозатраты. Если в парном варианте инструктор с пациентами выполняет только часть ТДТ, то тогда инструктор может одновременно работать с несколькими занимающимися сразу.

Групповые занятия требуют использования: танцевальных упражнений и музыки, пригодных для всех занимающихся (следовательно, может быть необходимым специальный подбор лиц в группы); достаточно значительных площадей для занятий, в т.ч. ради обеспечения «личного пространства» пациентов; мощных акустических систем; адекватных систем освещения и др. Целесообразно также оформление помещений (залов) с учетом эстетических требований, учет различного влияния цветов на эмоционально-психологическое состояние людей (в т.ч. ослабленных после болезни). В теплое время года групповые ТДТ могут выполняться и вне помещений, в т.ч. «под навесом». Однако при этом желательно использование непрозрачных боковых ограждений «участков для занятий» - во избежание возможностей наблюдения со стороны (это может оказывать «тормозящее психологическое воздействие» на занимающихся).

Преимущества групповых упражнений: более низкая трудоемкость (в расчете на одного занимающегося) для тренера/инструктора; взаимное положительное психологическое воздействие занимающихся друг на друга, т.е. взаимная эмоциональная поддержка (при удачном подборе группы); улучшение навыков коммуникации с другими занимающимися. Кроме того, при групповых упражнениях обычно легче обеспечить присутствие врача (медсестры), которые при необходимости смогут оказать квалифицированную экстренную медицинскую помощь. Тем самым снижаются риски, связанные с получением травм, внезапным ухудшением самочувствия пациентов и пр.

Итак, сделаем **выводы**. 1. Танцевально-двигательная терапия может быть важным средством психотерапии, психологической реабилитации пациентов. 2. Наряду с этим ТДТ может использоваться для физиологической реабилитации, борьбы со стрессовыми ситуациями, гипокинезией, отработки координации движений и пр. 3. В какой-то степени ТДТ упражнения могут применяться и для функциональной диагностики состояния нервной, сердечно-сосудистой и мышечной систем человека, а также его психологической диагностики.

1. Бирюкова И.В. Танцевально-двигательная терапия. //Московский психологический журнал, №8 [Электронный ресурс] <http://magazine.mospsy.ru/nomer8/s03.shtml>
2. Гренлюнд Э., Оганесян Н.Ю. Танцевальная терапия. Теория, методика, практика. – СПб.: Речь, 2004
3. Козлов В.В., Гиршон А.Е., Веремеенко Н.И. Интегративная танцевально-двигательная терапия. - Изд-во «Речь», 2010, ISBN: 5-9268-0479-5
4. Старк А. и Хендрикс К. Танцевально-двигательная терапия. - Пер. с англ. Ярославль, 1994.

ТАНЦЕВАЛЬНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ: АНАЛИЗ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

Аксенова Ю.Ю., Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Травова Е.С.

*Астраханский государственный университет
aks-juliana@mail.ru*

В большинстве работ по танцевально-двигательной терапии (ТДТ) [1,2, 3,5] использование каких-либо технических средств (ТС) вообще не упоминается, хотя и подразумевается применение устройств воспроизведения звука. Однако использование ТС весьма важно для обеспечения эффективности применения ТДТ. Поэтому в данной статье сделана попытка рассмотреть эту проблематику с учетом развития современных информационных технологий. При этом мы ориентируемся не только на практически здоровых людей (как это делается в большинстве работ по ТДТ), но также и на лиц с серьезными заболеваниями, перенесших различные травмы и пр.

Классификация ТС, связанных с использованием ТДТ, возможна по ряду направлений: диагностические, профилактические и собственно лечебные; аппаратные и программно-технические; предназначенные для индивидуального, парного и группового использования и пр.

Использование при ТДТ диагностических средств может быть связано с получением у пациентов в процессе упражнений электроэнцефалограмм (ЭЭГ), электрокардиограмм, определении динамики частоты пульса, дыхания, возможно – напряжения мышц и др. В частности при использовании ЭЭГ важное диагностическое значение может иметь соотношение амплитуд бета-волн и волн меньших частот.

Если ТДТ-упражнения выполняются «на месте», то возможна передача информации о пациенте (включая ЭЭГ) «по проводам», пучок которых свисает сверху с некоторым «запасом» и обеспечивает, таким образом, некоторую подвижность пациента «в плане» и «по вертикали». При больших величинах перемещений

пациентов (особенно в плане) необходимо будет использовать беспроводные технологии, что существенно сложнее в реализации (зато не связывает передвижения пациентов в процессе ТДТ).

Возможные лечебно-профилактические и лечебные средства для использования совместно с ТДТ: различные накладки на тело (конечности) пациентов, включая и надувные; защитные щитки (на случай падения при потере равновесия); специальная обувь; миостимуляторы (механические, электрические и др.), вибромассажеры и пр.

Лечебно-профилактические функции могут выполнять и некоторые виды «реквизита», применяемого пациентами при ТДТ, а также специальная одежда.

Упомянем еще «групповые» средства воздействия на воздушную среду залов для занятий ТДТ: воздушные фильтры (очистители воздуха) – что может быть очень важно для лиц, страдающих аллергическими заболеваниями; оборудование для нагрева и охлаждения воздуха, обеспечения его циркуляции; ионизаторы воздуха; генераторы аэрозолей (включая содержащие эмульсии лекарственных веществ); устройства для введения в воздух пахучих веществ и др.

При занятиях «на природе» преимуществами могут быть: естественный чистый воздух; наличие в нем фитонцидов; солнечное освещение.

При индивидуальных занятиях информационная поддержка ТДТ может осуществляться с использованием: индивидуальных легких плееров, закрепленных на теле пациента (звук выводится на внутриушные динамики малой мощности или стереонаушники); персональных ЭВМ, которые позволяют воспроизводить не только звук (через динамики), но также статические и анимированные изображения.

Для пациентов с ослабленным слухом (и в некоторых иных случаях) ритмика выполнения упражнений вместо музыки может передаваться с помощью тактильных воздействий (покалыванием иголочками, сжатием надувных манжет; локальным нагревом участков тела и др.). Технически это реализовать сложнее, зато возможна прямая стимуляция отдельных мышц – фактически «в обход» головного мозга (это может быть существенно при некоторых видах заболеваний). Использование визуального канала для задания ритма возможно, но при этом либо положение пациента по отношению к экрану должно быть относительно неизменным, либо необходим ряд экранов с синхронным воспроизведением изображений.

Как образец для подражания при индивидуальных ТДТ-занятиях могут использоваться видеоролики (синхронизированные с аудиосопровождением), воспроизводимые на ПЭВМ.

Альтернативой могли бы быть программы-синтезаторы танцевальных движений (упражнений), которые на ПЭВМ используются пока преимущественно для декоративно-развлекательных целей. Для таких программ-генераторов анимаций в принципе возможна: автоматическая настройка параметров (и, возможно, содержания) видеоролика с учетом возраста, пола, веса, целей ТДТ и некоторых других характеристик занимающихся лиц; с динамической корректировкой ритма (интенсивности) упражнений на основе сигналов о пульсе пациента, частоте его дыхания и пр. - т.е. использования «биологической обратной

связи» [4]. В принципе возможно использование для этой цели и ЭЭГ, но анализ таких сигналов более сложен.

Отметим, что для некоторых музыкальных произведений (например, песен) изменение темпа музыкального сопровождения может быть вообще невозможно – во избежание потери целостности восприятия произведения. Для чисто музыкальных произведений корректировка темпа обычно возможна лишь в достаточно ограниченных пределах. В то же время если речь идет просто о звуковых импульсах определенной периодичности, то эта периодичность обычно может меняться достаточно значительно.

Для контроля качества исполнения ТДТ-упражнений может осуществляться их видеозапись, в т.ч. с помощью web-камер на ПЭВМ. При ретроспективном анализе целесообразна параллельная демонстрация изображений в двух окнах на экране ПЭВМ: в левом окне – образец для подражания, в правом – видеозапись фактически выполненных упражнений. Сравнение может выполнять как сам занимающийся, так и инструктор (тренер).

Целесообразно также использование web-камер и двухоконного режима на мониторе ПЭВМ для оперативного показа того, что фактически выполняется пациентом в рамках ТДТ по сравнению с заданным вариантом упражнений. Это может быть полезно и самому занимающемуся и инструктору (при дистанционном контроле – в т.ч. даже при групповом контроле пациентов через Интернет в режиме реального времени).

Для парных упражнений воспроизведение музыки возможно через индивидуальные наушники или ушные динамики (синхронно для обоих лиц в паре) – чтобы не мешать другим занимающимся.

Для групповых занятий целесообразно использование аудиосистем коллективного пользования. Это может дать следующие преимущества: получение звука с более широким частотным диапазоном, включая и низкие частоты; обеспечение лучшего качества звучания (при наличии адекватной акустики помещений); использование стереозвуча и др.

Демонстрация видеороликов с ТДТ-упражнениями на большом экране в залах при групповых занятиях может быть организована с помощью плазменной панели или компьютеризованного проектора. В последнем случае обычно требуется либо некоторое затемнение помещений, либо использование экранов с обратной проекцией. Кроме того, может быть целесообразным использование цветомузыкального сопровождения ТДТ, в т.ч. абстрактных изображений, синтезируемых ПЭВМ синхронно со звуком. Преимуществом абстрактных изображений по сравнению с содержательными может быть возможность их восприятия на уровне уже «первой сигнальной системы», что существенно при некоторых заболеваниях центральной нервной системы человека.

Для ТДТ совместно с музыкой могут использоваться и некоторые специальные световые эффекты. Упомянем, в частности, широко используемые на дискотеках короткие стробоскопические вспышки в условиях затемнения помещений.

Итак, сделаем **выводы**. 1. Технические средства поддержки ТДТ позволяют более полно использовать возможности воздействия на пациентов через сенсорные каналы, расширить диагностические возможности упражнений. 2. Технические и программно-технические средства поддержки ТДТ в настоящее время достаточно развиты, однако фактически используются относительно слабо, в т.ч. и ради экономии средств. 3. Перспективным направлением представляется использование биологической обратной связи для повышения эффективности ТДТ - за счет динамической корректировки упражнений, их музыкального сопровождения и пр.

1. Бирюкова И.В. Танцевально-двигательная терапия. //Московский психологический журнал, №8 [Электронный ресурс] <http://magazine.mospsy.ru/nomer8/s03.shtml>

2. Гренлюнд Э., Оганесян Н.Ю. «Танцевальная терапия. Теория, методика, практика». – СПб.: Речь, 2004

3. Козлов В.В., Гиршон А.Е., Веремеенко Н.И. Интегративная танцевально-двигательная терапия - изд-во "Речь", 2010, ISBN: 5-9268-0479-5

4. Сметанкин А.А. Здоровье без лекарств: Биологическая Обратная Связь. Российская Ассоциация Биологической Обратной Связи: СПб, 2001, 70с.

5. Старк А. и Хендрикс К. Танцевально-двигательная терапия. Пер. с англ. // Ярославль, 1994.

ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА: ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕЖСТРУКТУРНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ¹

Асташева Е.В.

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пушчинский
государственный университет, г. Пушкино Московской области
litgara@rambler.ru*

Гиппокамп, медиальная и латеральная септальные области (МС и ЛС, соответственно), зубчатая фасция (ЗФ), амигдала, супрамамиллярное ядро (СМЯ), таламус и энторинальная кора связаны друг с другом в единую лимбическую систему, центральной структурой которой является гиппокамп. Для активности различных областей лимбической системы характерно наличие осцилляций в

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 09-04-00261-а), Президента РФ (грант МК-2235.2007), Министерства образования и науки РФ (номер проекта 2.1.1/2280) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (№ Госконтракта П601)

различных частотных диапазонах. В гиппокампе особенно отчетливо выражены тета-осцилляции (4-8 Гц), которые необходимы для когнитивных процессов [1]. Альфа-ритм (10-12 Гц) функционально связывают с механизмами обработки информации, в то время как гамма-осцилляции (40-80 Гц) играют роль в её интеграции [2]. Сверхбыстрые осцилляции (100-200 Гц, рипплз), как предполагается, отражают тормозные полевые потенциалы, ускоряющие процесс передачи информации путем синхронизации нейронной активности [3].

Используя хронически вживленные электроды, в перечисленных выше структурах у интактных морских свинок регистрировали полевые потенциалы (ЭЭГ); анализировали частотную и мощностную характеристики тета-, альфа-, гамма- и сверхбыстрых осцилляций, и корреляционные межструктурные отношения в этих полосах частот.

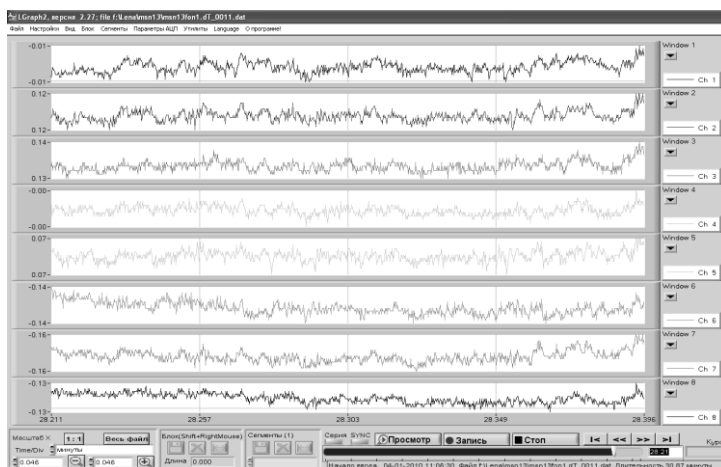


Рис.1. Полевая ЭЭГ-активность (8 каналов).

1. Энторинальная кора
2. Супрамамиллярное ядро
3. Амигдала
4. Медиальная септум
5. Зубчатая фасция
6. Гиппокамп
7. Таламус
8. Латеральная септум

Проведенный анализ показал наибольшую мощность тета-ритма на частоте 4.2 Гц («центральная» частота) в гиппокампе ($377.1 \pm 54.8 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), ЗФ ($294.6 \pm 41.4 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), ЛС ($394.8 \pm 48.9 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$) и таламусе ($481.1 \pm 47.2 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$). Коэффициент кросскорреляции ($K_{кр}$) по тета-частоте был наиболее высок (0.5-0.6) между следующими структурами: амигдала-МС, амигдала-ЛС, МС-ЛС, ЗФ-гиппокамп, гиппокамп-ЛС. Наибольшая мощность альфа-ритма на центральной частоте 10.1-10.24 Гц в различных структурах, равнялась в таламусе ($91 \pm 8.2 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), в СМЯ ($83.9 \pm 13.5 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), в ЛС ($72.6 \pm 9 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), в гиппокампе ($72.1 \pm 9.5 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$). $K_{кр}$ для альфа-частоты был наиболее высок (0.5-0.6) между следующими структурами: ЭК-СМЯ, ЭК-ЗФ, ЭК-таламус, СМЯ-ЛС, амигдала-МС, амигдала-ЛС, МС-ЛС, ЗФ-гиппокамп, гиппокамп-ЛС, таламус-ЛС. Наибольшая мощность гамма-ритма на

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

центральной частоте 45.4-49.5 Гц в различных структурах, равнялась в таламусе ($8 \pm 0.36 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), в СМЯ ($7.47 \pm 0.6 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$). Ккр по гамма-частоте по всем структурам был ниже 0.3. Наибольшая мощность рипплз на центральной частоте 135.4-143 Гц в различных структурах, равнялась в таламусе ($3.7 \pm 0.12 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), в ЭК ($3.6 \pm 0.14 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$), в гиппокампе ($3.54 \pm 0.12 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$). Между всеми структурами наблюдалась низкая отрицательная корреляция по рипплз-ритму.

	тета	альфа	гамма	риплз
Ккр меньше 0.3	1-6, 2-5, 2-6, 3-5, 3-6, 4-5, 4-7, 5-2, 5-3, 5-4, 5-7, 6-7	1,3	Все меньше 0.3	Все меньше 0.3
Ккр 0.3- 0.4	1-3, 1-4, 1-5, 2-7, 4-6, 5-8, 7-8	1-4, 1-6, 2-5, 2-6, 3-5, 3-6, 4-5, 4-6, 4-7, 6-7		
Ккр 0.4-0.5	1-2, 1-7, 1-8, 2-3, 2-4, 2-8, 3-7, 8-1, 8-2	1-8, 2-3, 2-4, 2-7, 3-7, 5-7, 5-8		
Ккр 0.5-0.6	3-4, 3-8, 4-8, 5-6, 6-8	1-2, 1-5, 1-7, 2-8, 3-4, 3-8, 4-8, 5-6, 6-8, 7-8		

Ккр – коэффициент корреляции между каналами по тета, альфа, гамма и рипплз-частотам.

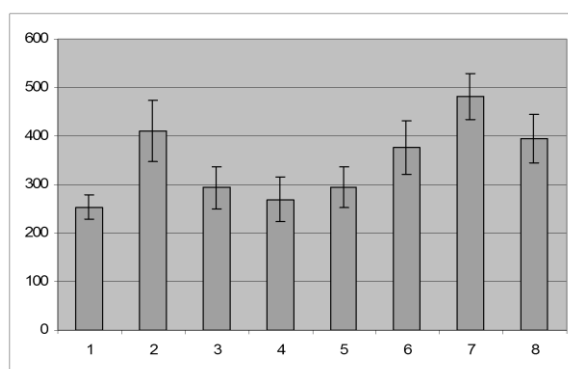


Рис.2. Мощность ($\text{мВ}^2/\text{Гц}$) центральной частоты (4.2 Гц) в тета диапазоне по 8 каналам.

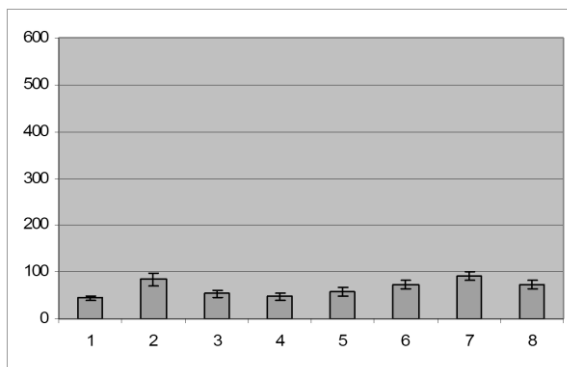


Рис.3. Мощность (мВ²/Гц) центральной частоты (10.1-10.24 Гц) в альфа диапазоне по 8 каналам.

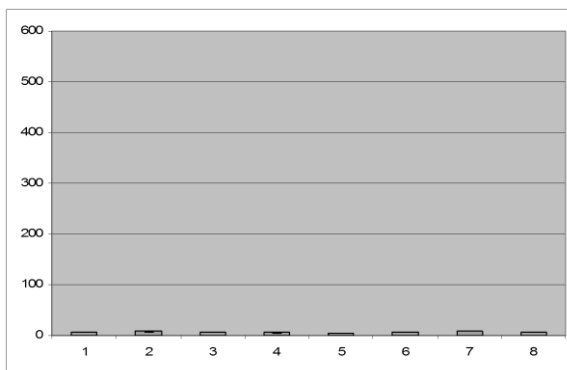


Рис.4. Мощность (мВ²/Гц) центральной частоты (45.4-49.5 Гц) в гамма диапазоне по 8 каналам.

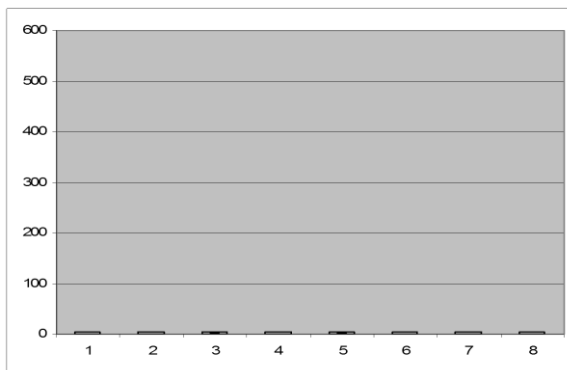


Рис.5. Мощность (мВ²/Гц) центральной частоты (135.4-143 Гц) в диапазоне рипплз по 8 каналам.

Таким образом, в работе показаны наличие тета-ритма относительно высокой мощности в некоторых образованиях лимбической системы (прежде всего, в гиппокампе), а также высокая корреляция на тета-частоте гиппокампа и МС с другими структурами. Это впервые показало тесные функциональные взаимосвязи гиппокампа и септума с другими структурами мозга во время генерации тета-осцилляций. Мощность альфа-ритма в изучаемых структурах оказалась намного ниже. Гамма- и рипплз-осцилляции по мощности крайне низки, а активность структур на этих частотах скоррелирована слабо. Это свидетельствует о меньшей (по

сравнению с тета-ритмом) функциональной роли активности в диапазоне альфа-гамма - и рипплз-частот во взаимодействии лимбических структур во время бодрствования.

1. Young CK, Eggermont JJ. Coupling of mesoscopic brain oscillations: recent advances in analytical and theoretical perspectives. *Prog Neurobiol.* 2009. 89:61–78.
2. Xiao-Jing Wang *Neurophysiological and Computational Principles of Cortical Rhythms in Cognition.* *Physiol Rev.* 2010 July. 90(3):1195–1268.
3. Le Van Quyen M, Bragin A, Staba R, Crpon B, Wilson C, Engel J. Cell type-specific firing during ripple oscillations in the hippocampal formation of humans. *J Neurosci.* 2008. 28:6104–6110.

СЕМИОТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бережной Д.С., Никольская К.А.

*Биологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова
berezhnoy.daniil@gmail.com*

Одним из центральных вопросов когнитивных теорий являются механизмы ментальных (аналитико-синтетических) процессов, которые обеспечивают преобразование и использование информации для организации поведения [5]. К сожалению представления о процессах познания и мышления продуктивно разрабатываются преимущественно применительно к человеку, хотя исходно когнитивное направление зарождалось в рамках изучения поведения животных. Нужно отдать должное исследователям прошлого, таким как Гельмгольц, Сеченов, Торндайк, Толмен и др., которые не только не сомневались в существовании у животных ментальных процессов, но и полагали, что в силу общности ряда процессов с человеком многие аспекты предметного мышления следует изучать именно на животных.

Если у человека ключом для изучения ментальных процессов, как правило, является анализ языка как механизма непосредственного их отражения [3], то методология исследования этих процессов на животных фактически не решена до сих пор. К сожалению, экспериментальное когнитивное направление, возникшее как

теоретический протест против бихевиоризма, сохранило преимущественно бихевиористический подход к выбору поведенческих моделей, приемам и правилам оценки, хотя описание деятельности “черного ящика” теперь осуществляется в терминах психологических конструкторов, вводимых наблюдателем. При таком методологическом подходе ментальные процессы не выявляются через поведение, а только предполагаются.

Поскольку в эксперименте нельзя непосредственно наблюдать процессы, лежащие в основе познавательной активности животных, возникает необходимость так проектировать эксперименты, чтобы они позволили через поведение продемонстрировать *использование* предварительно воспринятого и сформированного знания. При этом для того, чтобы составить представление о ментальных процессах животного требуется такая система регистрации поведения, которая бы непосредственно *отражала* историю (динамику) познавательной деятельности. Ещё Сеченов (1878) подчёркивал эвристическую ценность языка, знаковой системы, для изучения психических процессов как человека, так и животных. В дальнейшем идея рассмотрения языка как ментального феномена, позволяющая представить обработку любой информации как оперирование символами, высказывалась учеными неоднократно [1,4], но воплощение получила только в теории Хомского для естественного языка [3]. Однако позитивный опыт исследования внутреннего содержания объекта через описание его внешнего поведения в терминах знаковой системы хорошо известен не только в области языкознания, этнографии, но и в генетике, например, при выяснении законов наследственности, дешифровке генетического кода. В связи с этим в рамках нашей работы мы постарались формализовать все действия животного в ходе поведенческого эксперимента в виде искусственного языка. Методически для создания знаковой системы при обучении животного циклическому пищедобывательному навыку в лабиринте каждому квадрату среды и оперантным элементам (полка, двери, кормушки) присваивали свой знак, в результате чего пространству среды ставилась в соответствие матрица из 25 буквенных символов, часть из которых выделялась в роли организующих узлов пространства, определяющих структуру задачи. Изучалась самоорганизация поведения, когда в отсутствии внешних направляющих условных стимулов значение оперантных элементов менялось только в зависимости от действий самого животного. В этой ситуации животное должно было выявить условия задачи, заданной в неявном виде, и сформировать устойчивую целенаправленную активность.

С семиотических позиций для решения животным проблемной ситуации должна формироваться коммуникативная система, в которой экспериментальная среда будет выступать в роли носителя знаков, а животное носителем правил работы со знаками (компилятором для искусственного языка). Возникающая коммуникативная система, согласно положением семиотики, является носителем трех видов информации. В случае взаимодействия животного со средой эти три типа информации могут быть выражены следующим образом: синтаксическая – «что такое?» (топология среды – полный набор символов), семантическая – «что делать?»

(структура задачи – набор символов оперантных объектов) и прагматическая – «как делать?» (структура поведения – последовательность оперантных действий). Познавательная деятельность в таком случае представляется как работа компилятора по трансляции, распознаванию этих трёх типов информации, и компоновке – генерации программы поведения с их использованием. Поскольку условия задачи (семантика) задаётся в наших экспериментах в неявном виде, её распознавание может происходить только через процессы индукции и инференции и требует проверки значительного числа гипотез. Важно, что применяемая в экспериментах многоальтернативная лабиринтная среда может быть использована как формализованная модель любой проблемной ситуации. Сложность задачи, с информационной точки зрения, определяется прагматической неопределённостью относительно её решения, что в лабиринте соответствует числу равновозможных маршрутных вариантов ее выполнения, лишь часть из которых будет удовлетворять условию задачи. Привлечение ряда положений теории графов и теории информации позволило количественно оценивать пространственную сложность экспериментальной среды и делало возможным изучение влияния этого фактора на характер протекания познавательной деятельности.

В рамках описанного системно-информационного подхода на значительном эволюционном материале (насекомых, рыбах, грызунах, хищниках, китообразных, приматах) [2] был выявлен ряд общих правил познавательной деятельности – алгоритмов генерации решения. В соответствии с существующими на настоящий момент коннекционистскими теориями обработки информации было показано, что распознавание всех трёх типов информации, необходимое для построения целенаправленного поведения, осуществлялось последовательно. Общей закономерностью было выделение каждого типа информации сначала в виде конечного «алфавита» – элементарных единиц (размер которых зависел от исходной двигательной активности), информационная ёмкость которых в процессе познания увеличивалась. Было показано, что это укрупнение происходило по определённым правилам, аналогам «порождающей грамматики» Хомского, которые были названы *инстинктивными операторами*.

Благодаря многоальтернативности и симметрично организованной среды удалось установить, что каждому этапу обучения, связанному с процессом распознавания определенного вида информации соответствовал конкретный тип операции, определявший специфику аналитико-синтетической деятельности. Ведущая роль в распознавании пространственной информации принадлежала *операции зеркального отображения*, благодаря которой синтаксическая информация, фиксировавшаяся в долговременной памяти в виде отдельных единиц по типу импринтинга, за счёт ассоциативного связывания в оперативной памяти объединялась в синтаксическую (маршрутную) сеть (в некотором смысле топографическую карту). Распознавание семантической информации было связано с *операцией обращения*, сущность которой сводилась к проверке на инвариантность формируемых переходов в отношении обращения направления движения между 2-мя семантическими узлами. Благодаря этой операции в процессе

дифференцирования устанавливалась значимость (вектор) перехода от одного семантического узла к другому, в результате чего неориентированная синтаксическая сеть становилась ориентированной, а действия направленными.

Если перейти на язык лингвистической аналогии, синтактика выступала не как набор символов, а группировалась в «слова», соответствующие отдельным звеньям структуры задачи. Как и при синтаксических операциях, в ходе данного процесса возникала значительная вариабельность, но уже относительно семантических конструкций. При распознавании прагматической информации ведущая роль принадлежала *операции по перестановке* значимых звеньев в пределах ассоциированных семантических последовательностей, благодаря которым в процессе интегрирования порождались различные варианты плана поведения. Сформированные «слова» по разному составлялись в «предложения» (цельные варианты решения). В результате синтетического процесса вариабельность исчезала и формировался чёткий план поведения, представленный одним или несколькими такими «предложениями» - целостными структурами, реализующими семантику на синтактике, и обладающими свойством целенаправленности.

Таким образом, через символизацию нам удалось создать формальную коммуникативную систему, поведение которой полностью отражало реальные экспериментальные данные. В рамках подобного подхода становится возможным абстрагироваться от конкретного животного и анализировать общие закономерности преобразования поведения системы, которые и являются отражением внутренних правил преобразования информации. Кроме того, за счёт формального описания в терминах семиотики понятие информации в изучаемой системе оказывается чётко определённым, что позволяет предметно говорить о её обработке и адекватно сравнивать между собой методически различные эксперименты. Полученные правила преобразования информации формулируются в форме абстрактных алгоритмов, применимых к любой системе с символьным представлением, что облегчает их приложение в рамках исследований искусственного интеллекта.

1. Напалков А., Целкова Н. Информационные процессы в живых организмах. // Высшая школа – М., 1974.
2. Никольская К. Эволюционные аспекты познавательной способности (интеллекта) позвоночных. // Высшая нервная деятельность вчера и сегодня. / МГУ – М., 2010. – С. 117-146.
3. Chomsky N. Linguistics and cognitive science. // The Chomskyan turn. / Cambridge - Mass., 1991. – P. 26-53.
4. Laird J., Newell A., Rosenbloom P. SOAR: An architecture for general intelligence. // AI. – 1987. – Vol. 33, № 1. – P. 1-64.
5. Yoerg S. Ecological frames of mind: the role of cognition in behavioral ecology. // Q. Rev. Biol. – 1991. – Vol. 66, №3. – P. 287-301.

ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПСИХИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Боев О.И.¹, Бакуменко К.И. ³, Уткин В.А. ²Ягода, С.А. ¹, Иванченко
В.В. ³, Кухарова Т.В. ²

¹Ставропольская государственная медицинская академия

²Пятигорский государственный технологический университет

*³Новочеркасский филиал Ростовского областного психоневрологического
диспансера
sergey.yagoda@gmail.com*

Диагностика психических расстройств – сложный процесс, в котором врач на основе анамнеза, результатов тестовых и лабораторных исследований, используя свои знания, опыт и интуицию делает заключение о состоянии пациента. Ранее нами показана еще и возможность аппаратной диагностики генеза психических расстройств, исходя из параметров электропроводности, полученных при измерении накожными электродами. Но выполнение соответствующих вычислений не всегда столь необходимо, а в некоторых случаях имеет смысл лишь установить наличие патологических отклонений. Более наглядно и понятно отклонение от нормы может быть отражено с помощью построения номограммы по психофизиологическим параметрам.

Нами проанализированы показатели электропроводности, полученные при измерении накожными электродами с помощью АПК «АМСАТ-КОВЕРТ» с целью психофизиологической верификации психических расстройств.

Материал и методики исследования. Исследование проводилось на основе данных клинко-психофизиологических обследований 469 пациентов ГУ Клиники пограничных состояний СГМА, Ставропольской краевой клинической психиатрической больницы №1, Новочеркасского филиала Ростовского областного психоневрологического диспансера. Возраст пациентов – от 8 лет до 81 года, пол – 235 мужчин и 234 женщины. Кроме этого группу контроля составили 132 условно-здоровых добровольцев без явных признаков психической или соматической патологии – учащихся и преподавателей Ставропольского государственного университета. Возраст добровольцев – от 16 до 29 лет, пол – 89 женщин и 43 – мужчины.

Для проведения клинко-статистического и психофизиолого-математического анализа нами сформировано 4 группы исследования:

в первую группу исследования вошли пациенты с клинически верифицированными психическими расстройствами экзогенного происхождения (n=104);

во вторую группу исследования вошли пациенты с клинически верифицированными эндогенными психическими расстройствами (n=295);

в третью группу исследования вошли пациенты с клинически верифицированными невротическими психогенными расстройствами (n=70);

в четвертую группу вошли условно-здоровые добровольцы из группы контроля (n=132).

Методы исследования. АМСАТ (автоматизированная медицинская система анализа терапии) представляет собой комплекс из измерительного устройства, компьютера и измерительно-диагностирующей программы. Ее основное назначение состоит в поиске органов и систем органов с измененной функцией, как и органов и систем с нарушенной вегетативной регуляцией.

"АМСАТ-КОВЕРТ" автоматически проводит последовательное сканирование тела человека импульсами отрицательной и положительной полярности с использованием трех пар электродов: лобных, ручных и ножных (22 отведения).

По каждому из отведений рассматриваются 4 параметра:

int - показатель проводимости, в условных единицах «шкалы Фолля» - от 0 до 100 единиц;

rik - емкостная составляющая проводимости («падение стрелки» в терминологии Р. Фолля), в условных единицах;

БФО – базовый фактор отклонения – интегральный количественный показатель, включающий в себя обработанные по заложенному в АПК «АМСАТ-КОВЕРТ» математическому алгоритму первичные данные отведения, в процентах отклонения от условной нормы - от -100 до +100;

БКС – базовый коллоидный сдвиг – показатель, рассчитываемый по заложенному в АПК «АМСАТ-КОВЕРТ» математическому алгоритму и характеризующий коллоидное состояние агрегации в организме при влиянии динамических факторов электрических процессов, в условных единицах.

Напряжение воздействующего на пациента в процессе диагностики электрического тест-сигнала не превышает 1,5 В, сила тока не превышает 50 мкА, частота следования импульсов 10 Гц, что соответствует требованиям безопасности.

Осуществление дифференциально-диагностической процедуры исследования психических заболеваний в зависимости от преобладающих механизмов эндогенеза, психогенеза или экзогенеза возможно лишь при разработке психофизиолого-математических моделей диагностики, неких эталонных комплексов, номограммы по данным накожной электропроводности, учитывая психофизиологические изучаемых основы заболеваний, .

Полученные результаты исследования.

По результатам исследований, представленных нами ранее [1] отобраны были параметры, вошедшие в простые классифицирующие функции, где значимость отличий между каждой из трех групп патологий и нормой наибольшая, соответственно: int 7-го, 8-го, 12-го, 20-го отведений, rik 7-го, 21-го, 22-го отведений для женщин; параметры int 3-го, 12-го, 20-го отведений, rik 7-го, 8-го отведений и БКС 7-го отведения для мужчин.

Таблица 1

Показатели положения и рассеяния контрольной группы мужчин

показатели / характеристика	int 3	int 12	int 20	pik 7	pik 8	БКС 7
Математическое ожидание	82,8256	97,2186	96,6442	29,6372	29,2302	-24,3186
Стандарт	12,92710	1,83418	1,73780	0,20498	0,40573	6,01157

Метрика, осевые величины и толерантные пределы найдены нами по данным наблюдений контрольных групп мужчин (табл.1) и женщин (табл.2). Осевая линия нормы здоровых, как обнуленное нормированием относительно выборочного математическое ожидание в соотношении со средне-квадратическим отклонением для здоровых лиц раздвинута на величину толерантной границы $\pm\sigma$.

Таблица 2

Показатели положения и рассеяния контрольной группы женщин

показатели / характеристика	int 7	int 8	int 12	int 20	pik 7	pik 21	pik 22
Математическое ожидание	96,3292	95,0876	94,5101	95,3528	29,1112	28,82247	29,00899
Стандарт	2,00818	2,73607	3,70143	2,84116	0,47701	0,69807	0,61260

В качестве примера конечных результатов анализа имеет смысл привести визуализированные характеристики психофизиолого-математического анализа, представленные на рисунке 1. Визуализированы графики пациентов представлены по среднестатистическим изучаемым параметрам - для экзогенеза, эндогенеза и психогенных психических расстройств у мужчин (рис. 1), по аналогии, у женщин - рисунок 2.

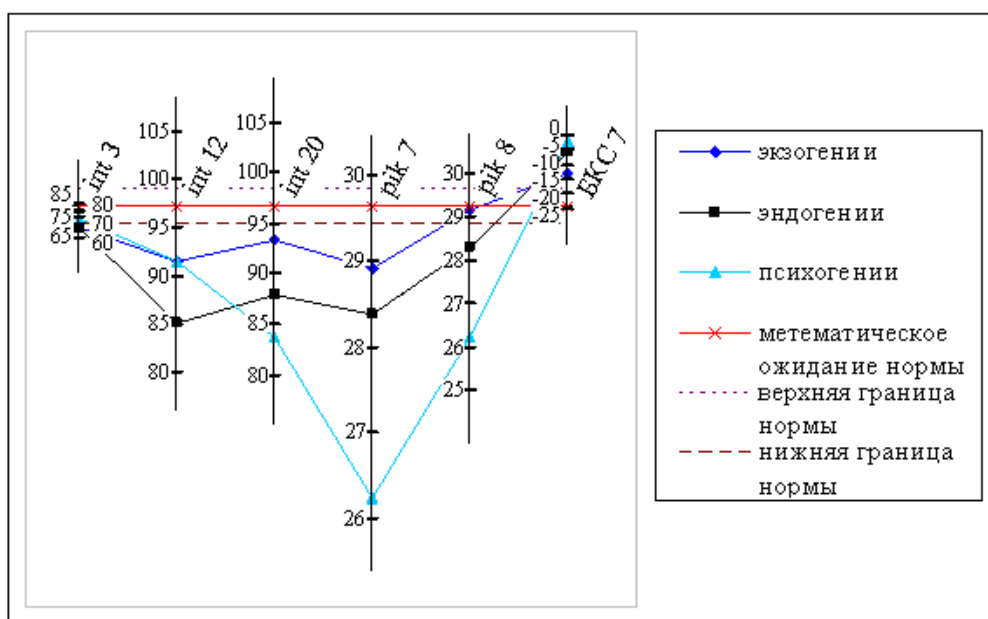


Рис. 1. Номограмма параметров каждой электропроводности по среднестатистическим психофизиологическим параметрам пациентов с экзо-, эндо- и психогенными психическими расстройствами мужского пола

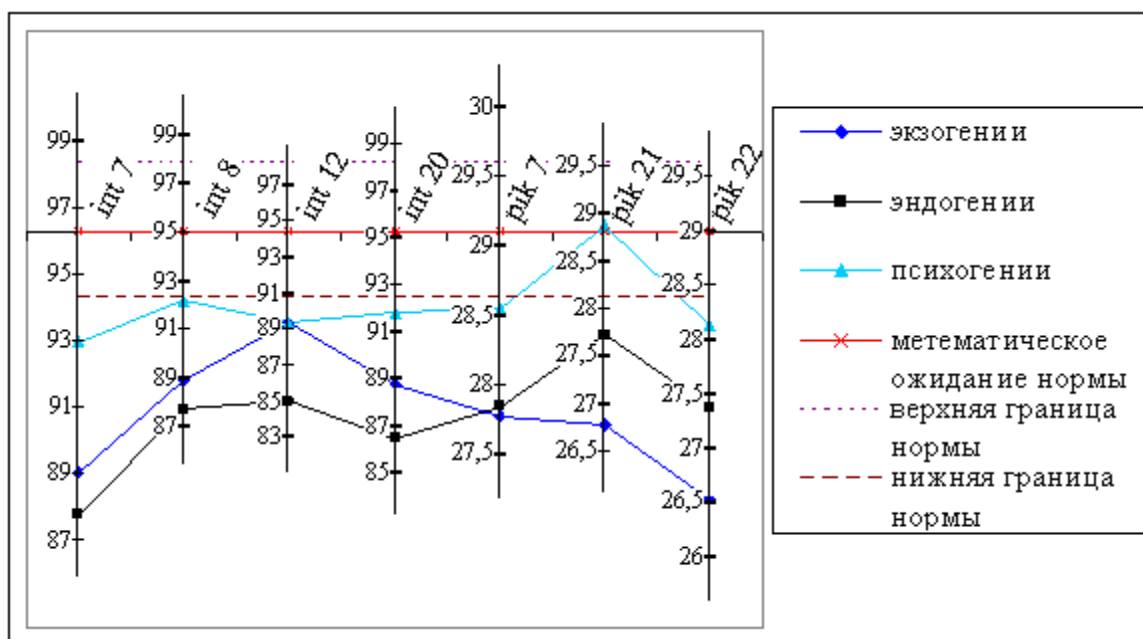


Рис. 2. Номограмма параметров кожной электропроводности по среднестатистическим психофизиологическим параметрам пациенток с экзо-, эндо- и психогенными психическими расстройствами женского пола

Таким образом, упрощается нозоцентрическая диагностика психических заболеваний с возможностью выделения лиц, у которых преобладают эндогенетические, психогенетические или экзогенетические механизмы психической патологии с дополнительной гендерной дифференциацией, что в значительной мере повышает ценность дифференциально-диагностической психофизиолого-математической модели, в основе которой находятся результаты инструментальных обследований.

1. Боев И.В., Ахвердова О.А., Золотарев С.В. Психофизиологические основы интегральной личностной изменчивости. – Учебное пособие: - Ставрополь, Изд.: «Орфей - 2», 2005. – 192 с.

2. И.В.Боев, С.В.Золотарев, О.И.Боев, Т.В.Кухарова, К.И.Бакуменко, В.А.Уткин, С.А.Ягода, В.В.Иванченко Исследование возможностей инструментальной диагностики геноза психических расстройств // Актуальные вопросы психоневрологии. Сборник научных работ Российской конференции. Изд-во Ст.ГМА, Ставрополь, 2011. С. 117-124.

3. Уткин В.А. Статистические технологии в медицинских исследованиях: Монография. – Пятигорск: ГНИИК, 2002. – 214 с.

4. Уткин В.А. Диагностика, классификация и прогнозирование в клинической, экспериментальной и восстановительной медицине. Дисс... докт. мед. наук. – Пятигорск, 2003.– 256 с.

5. Уткин В.А. Методические аспекты математико-статистического анализа медицинских данных Часть 1. Аналитические конструкты медико-статистических изысканий // Медицинский вестник Северного Кавказа, 2008; №4(12): С. 67–73.

ПРИБОР ДЛЯ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ

Васин Д.А., Сахаров В.Л.

ТТИ ЮФУ

vadim@ritm.tsure.ru

В настоящее время в сфере медицинской техники существует ряд приборов для проведения процедуры регистрации биопотенциалов человека, к которым относятся электрокардиограф, электроэнцефалограф и т.д. Существует множество их реализаций, от совсем простых одноканальных, до многоканальных сложных устройств, с широким спектром диагностических и технических возможностей. Но, несмотря на разнообразие исполнения подобных устройств, конструктивно, практически все они представляют собой некий блок, подключаемый к компьютеру по одному из известных стандартных интерфейсов связи. То есть за сбор данных, их первичную обработку и передачу в компьютер отвечает внешнее устройство, а за графическое представление данных, реализацию алгоритмов цифровой обработки сигналов и управление работой системы в целом, отвечает компьютер.

Все диагностические системы, работающие с биопотенциалами условно можно разделить на два больших класса - это комплексные сложные системы, позволяющие получать максимум диагностической информации и обеспечивающие наибольший комфорт в работе с ними, и приборы скромные по своим диагностическим возможностям, но имеющие при этом ряд других важных преимуществ.

Таким образом, в данной работе стояла цель разработать прибор, относящийся ко второй группе указанных выше приборов, и имеющий следующие характеристики:

- сравнительно малую стоимость;
- малые габариты, что повышает мобильность и позволяет работать с прибором в полевых условиях;
- универсальность, т.е. способность регистрировать как электрокардиограмму, так и электроэнцефалограмму человека.

Прибор получил название Кардиоинтервалограф (КИГ), что отражает основное его назначение – регистрацию электрокардиосигнала и расчет значений RR-интервального ряда. Однако прибор может использоваться и для регистрации электроэнцефалограммы.

Структурная схема прибора КИГ представлена на рисунке 1.

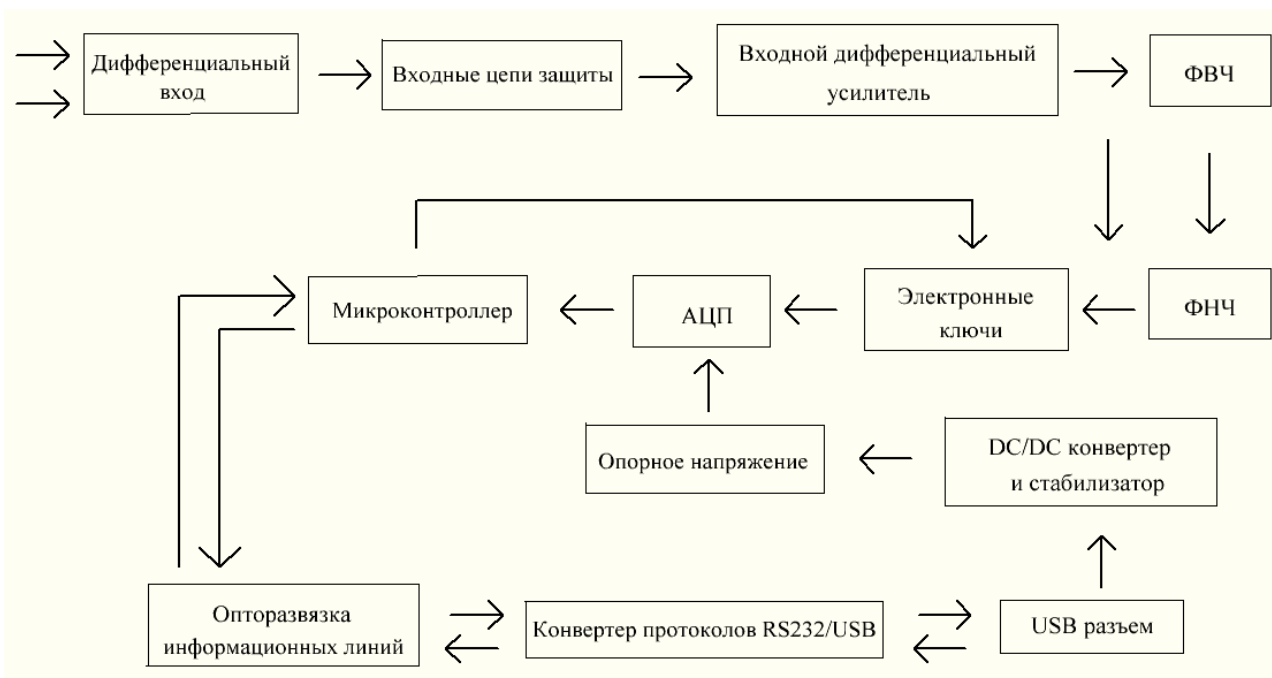


Рисунок 1 - Структурная схема прибора КИГ

Как видно из рисунка, прибор имеет один дифференциальный вход, за которым следуют цепи защиты, которые предохраняют прибор от разряда статического электричества или от любого другого потенциала, попавшего на электрод и превысившего уровень входного напряжения. Далее используется дифференциальный усилитель, который эффективно подавляет синфазную помеху по входу и обеспечивает достаточный коэффициент усиления по напряжению для такого низкоамплитудного сигнала, как например электроэнцефалографический сигнал. Далее, в зависимости от режима работы устройства, сигнал проходит фильтр верхних, а затем и нижних частот, либо без фильтров сразу идет дальше и через коммутирующие схемы, попадает на АЦП. АЦП выбрано с псевдодифференциальным входом, разрядностью 16 бит и частотой дискретизации сигнала 512 Гц. Далее оцифрованные данные попадают в контроллер, который через опторазвязанные линии по протоколу RS232 передает их микросхеме-конвертеру протоколов, из которой данные передаются в компьютер по стандарту USB. Питание устройства осуществляется также по шине USB и гальванически развязывается при помощи DC/DC конвертера, далее фильтруется и стабилизируется микросхемами-стабилизаторами.

Устройство имеет три режима работы:

1) Спящий режим – в этом режиме входы прибора при помощи логических ключей переключаются на землю, прибор находится в режиме пониженного энергопотребления и не передает данные в компьютер. Этот режим используется при наложении электродов на тело пациента (в качестве превентивных мер по обеспечению электробезопасности).

2) Режим измерения импеданса – в данном режиме прибор передает в компьютер информацию о сопротивлении между его электродами. Дифференциальный вход подключается на источник тока, выход которого, в свою

очередь, может быть заземлен. Источник тока используется для определения качества наложения электродов (для оценки импеданса между электродом и телом пациента).

3) Рабочий режим - в данном режиме прибор передает в компьютер оцифрованный сигнал, регистрируемый с пациента.

Конструктивно, прибор КИГ выполнен в корпусе с размерами 120x60x30мм. На корпусе имеются три специальных разъема (два для дифференциального входа и один для подключения к общему входу), разъем USB, кнопка включения и светодиод, сигнализирующий о работе устройства.

Благодаря своим рабочим характеристикам, простоте в использовании, низкой стоимости и надежности реализованных алгоритмов и схемных решений, прибор КИГ занимает достойное место среди разработок отечественной медицинской техники.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИНИ ЭНЦЕФАЛОГРАФ

Васин Д.А., Сахаров В.Л.

ТТИ ЮФУ

vadim@ritm.tsure.ru

В последние годы в клинической практике распространение получил метод ультразвуковой энцефалографии. Этот метод позволяет диагностировать наличие опухолей и гематом головного мозга. В основе метода ультразвуковой энцефалографии лежит способность ультразвуковых колебаний отражаться от границ раздела двух сред, имеющих разную акустическую плотность. Отсюда следует, что регистрируя отраженный сигнал, можно получить визуальное представление объекта, от которого этот сигнал отразился. Таким образом, приборы, называемые ультразвуковыми энцефалографы, способны давать врачам визуальное представление структур головного мозга, а также, базируясь на эффекте Доплера, проводить измерение скорости кровотока. Кроме того, большое диагностическое значение имеет регистрация отраженных ультразвуковых колебаний от срединных структур мозга. Поскольку большинство данных функций с успехом заменили компьютерные и магнитно-резонансные томографы, то интерес к ультразвуковым энцефалографам в настоящее время поубавился. Однако зачастую в регионах сложно быстро и качественно сделать томограмму мозга. А эхоэнцефалограф позволит быстро и оперативно определить наличие опухоли и вовремя выполнить все необходимые действия для ее удаления.

К недостаткам современных ультразвуковых энцефалографов можно отнести их значительные габаритные размеры, высокое энергопотребление, питание от сети 220

вольт, а также их значительную стоимость. Поскольку единственным путем развития таких приборов является их использование в качестве портативных носимых приборов.

Таким образом, в данной работе стояла цель разработать прибор, который был бы лишен указанных выше недостатков, а именно, отвечал бы следующим требованиям:

- Малые габаритные размеры – прибор должен удобно помещаться в ладони врача;
- Компактность - прибор должен представлять из себя компактный блок, желательно быть реализованным в корпусе датчика, который подключается к компьютеру по интерфейсу USB;
- Малое энергопотребление – прибор должен питаться от интерфейса USB;
- Универсальность - в одном приборе должны быть совмещены: устройство для визуализации структур головного мозга, устройство для проведения доплерографии, и устройство для осуществления процедуры определения срединного эхокомплекса;

Структурная схема прибора представлена на рисунке 1.

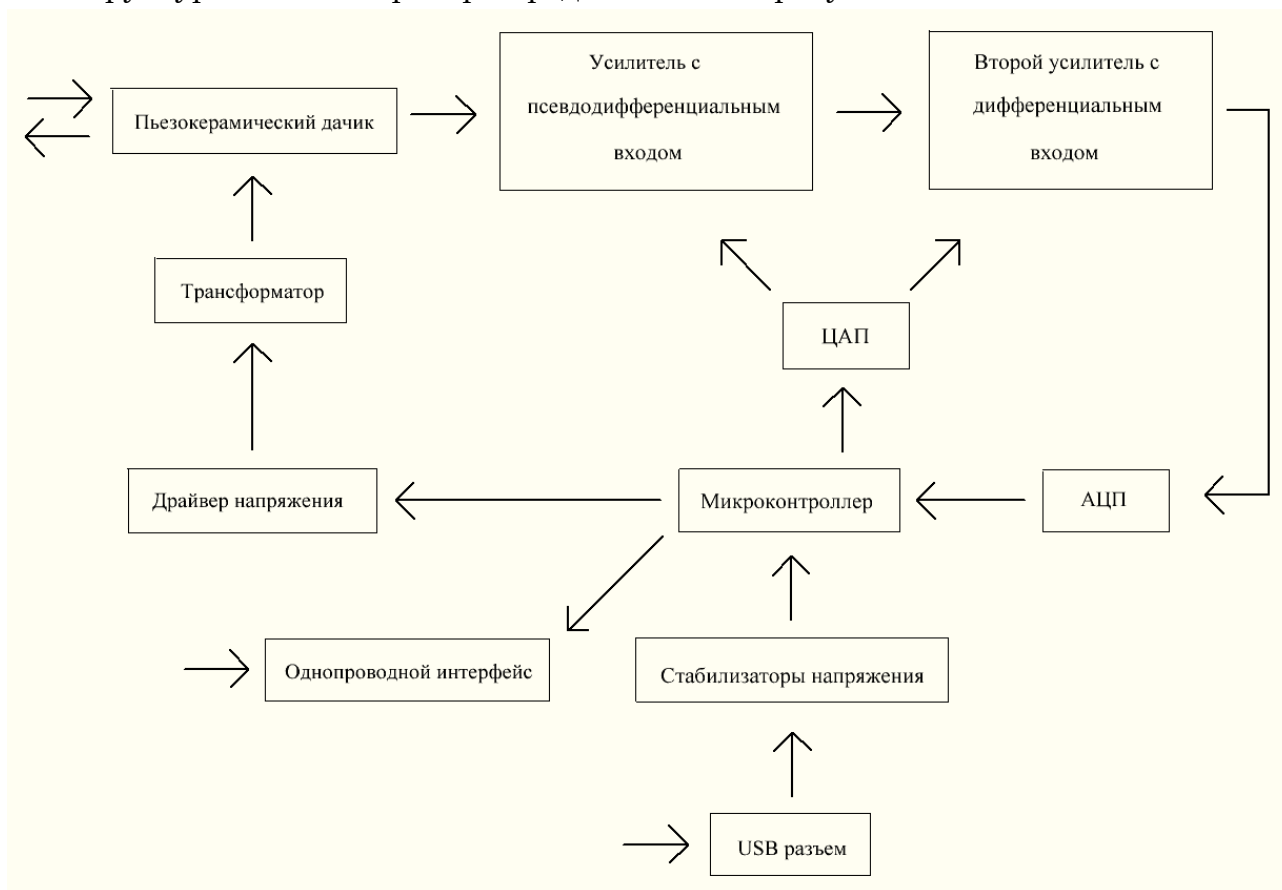


Рисунок 1 - Структурная схема прибора УМЭ

Как видно из схемы, излучателем и одновременно приемником в данном приборе является пьезокерамический датчик. Работа прибора построена по определенному алгоритму, повторяющемуся во времени с точной периодичностью в

300 миллисекунд. В течение этого времени прибор находится в режиме излучения (две миллисекунды), а затем в режиме регистрации (298 миллисекунд).

В режиме излучения на пьезокерамический элемент от микроконтроллера, через драйвер напряжения и повышающий напряжение трансформатор, подается импульс определенной амплитуды и длительности. Благодаря этому импульсу, пьезокерамический элемент излучает в окружающее пространство акустическую волну. Затем, прибор переходит в режим приема.

В режиме приема прибор ничего не излучает, а регистрирует отраженные от структур головного мозга акустические колебания, которые формируют на пьезокерамическом элементе напряжение менее 100 микровольт. Чем дальше от прибора расположен объект, от которого произошло отражение, тем слабее будет принятый от него сигнал. Поэтому коэффициенты усиления обоих каскадов усилителей динамичны и изменяются во времени в соответствии с временной автоматической регулировкой усиления (ВАРУ). Под ВАРУ здесь понимается изменение контроллером во времени коэффициента усиления усилителей посредством напряжения на выходе ЦАП. Пользователь имеет возможность корректировать ВАРУ при помощи программного обеспечения персонального компьютера.

По истечении 298 миллисекунд, прибор снова возвращается в режим излучения, а затем опять переходит в режим регистрации. Таким образом, вся работа прибора складывается из четко определенных во времени циклов, в ходе которых прибор выполняет одинаковые операции.

Первый усилитель имеет псевдодифференциальные входы и полностью дифференциальные выходы. Второй – имеет дифференциальные вход и выход. Общий коэффициент обоих усилителей порядка 110 дБ, что дает максимальный коэффициент усиления по напряжению почти 10^6 раз.

После каскадов усиления, сигнал оцифровывается двумя 12 битными АЦП (частота дискретизации 4 МГц) и поступает на линии входа микроконтроллера уже в цифровом виде.

Все устройство питается от интерфейса USB через множественные стабилизаторы. Прибор в гальванической развязке от компьютера не нуждается, так как у прибора нет металлических частей, соприкасающихся с телом пациента.

Для проведения процедуры определения срединных структур мозга необходима связка из двух приборов. Поэтому, каждый прибор снабжается однопроводным двунаправленным интерфейсом.

Прибор общается с компьютером посредством протокола USB 2.0.

Таким образом, прибор УМЭ обладает всеми параметрами качественного прибора, и, благодаря своей универсальности и надежности, имеет хорошие перспективы на российском рынке медицинской техники.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ИЗМЕНЕННЫХ СОСТОЯНИЙ СОЗНАНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЭЭГ СИГНАЛА

Датченко С.А.

*Технологический институт Южного федерального университета в г.Таганроге
datchenko_s@mail.ru*

Исследование электроэнцефалографических коррелятов измененных состояний сознания (ИСС) началось одновременно с изучением самих ИСС [1]. Данные работы сразу же столкнулись с невозможностью выделить для конкретного вида ИСС паттерн физиологических сдвигов. Безусловно, что решение этого вопроса связано с методологической проблематикой и решением психофизиологической проблемы. В отечественной психологии для исследования природы и характера связи культуры и измененных состояний сознания в качестве методологической основы изучения ИСС О.В. Гордеева [2] использовала культурно-историческую теорию Л.С. Выгодского. Однако, при исследовании взаимосвязей характеристик ИСС и параметров ЭЭГ мы нашли более целесообразным опираться на теорию функциональных систем П.К. Анохина и системно-эволюционную теорию В.Б. Швыркова [3].

Цель настоящей работы: исследование взаимосвязи параметров ЭЭГ сигнала и ИСС человека, которое характеризуется состоянием углубленности и сосредоточенности, а также сопровождается телесной расслабленностью, отсутствием эмоциональных проявлений и отрешенностью от внешних объектов (данное ИСС является основой для овладения любым типом медитации). Субъективные ощущения человека, находящегося в этом состоянии, описываются как «тело спит – сознание бодрствует».

Для проведения исследований была сформирована группа из желающих, пройти обучение сознательному вхождению в данное ИСС. Группа состояла из 14 человек (11 мужчин и 3 женщины) в возрасте от 19 до 28 лет. Каждый из желающих прошел курс, состоящий из 4 – 7 индивидуальных занятий.

Лабораторные исследования проводились в психологической лаборатории Центра психолого-педагогических технологий (ЦППТ ЦИОТ ЮФУ).

Во время занятий испытуемые прослушивали обучающую звукозапись трека «Подготовительное упражнение» компакт диска «Развитие навыков ясновидения. Практическое упражнение», Gateway Sound Studio, Россия, 2006.

У каждого снимались и записывались ЭЭГ сигналы, а в ряде случаев также осуществлялась запись рекурсии дыхания (РД). Снятие ЭЭГ сигналов осуществлялось с помощью электроэнцефалографа «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» по 19 отведениям по стандартной схеме Base Monopolar, фильтр низких частот – 70 Гц, фильтр высоких частот – 0,5 Гц с постоянной времени 0,3 секунды, режекторный фильтр – 50 Гц. Частота дискретизации сигнала 250 Гц [4].

Вхождение в ИСС также контролировалось по письменным отчетам обучаемых, представляемых исследователю после окончания каждого занятия.

При вхождении обучаемого в ИСС «тело спит – сознание бодрствует» устанавливался «якорь» и рекомендовалось им пользоваться для быстрого вхождения в данное состояние. Дефинитивное поведение оценивалось по умению обучаемого использовать установленный «якорь».

Всего было проведено 71 занятие. Но была осуществлена запись ЭЭГ только 62 занятий, что составляет 36 часов ЭЭГ исследований. Это большой объем исходного экспериментального материала, содержащего огромные массивы информации, которые требуется обрабатывать.

Информация, содержащаяся в каждой конкретной ЭЭГ, весьма обильна и может быть использована в различных целях.

Поэтому перед нами возник ряд вопросов, которые при укрупнении можно свести к следующему. Во-первых, какие характеристики бесконечного множества индивидуальных вариаций ЭЭГ содержат полезную для нас информацию? Во-вторых, какими способами можно извлечь эти характеристики из имеющихся у нас записей? В-третьих, как их в дальнейшем сопоставлять и анализировать?

Размышляя над создавшейся ситуацией, мы все больше убеждались в том, что сопоставлять меняющиеся параметры, характеризующие ЭЭГ, мы сможем только в том случае, если их количество будет сокращено. Иными словами, чтобы получить возможность анализировать имеющуюся информацию, необходимо найти способы ее сжатия. Но как это сделать?

Постепенно мы начали склоняться к вопросам систематизации и классификации ЭЭГ. Наибольший интерес у нас вызвали способы цифрового описания ЭЭГ человека, разработанные Е.А. Жирмунской [5].

Согласно Е.А. Жирмунской, отдельный отрезок (сегмент) ЭЭГ, сравнительно однородный по своей структуре, можно представить шестиразрядным числом. Такой подход позволял нам использовать сочетанное применение визуальной оценки и компьютерной обработки ЭЭГ сигнала. Этим мы и решили воспользоваться.

Обработка ЭЭГ осуществлялась в режиме постреального времени по схеме реконструкции отведений Monopolar Common с влиянием референтных электродов A1 и A2 по 50% [4]. ЭЭГ исследования каждого из занятий первоначально были разделены на 35 временных фрагментов.

Для обработки и анализа в каждом ЭЭГ исследовании были выбраны по 6 временных фрагментов: «Фон ЗГ», «№4 Тишина 1», «№14 Тишина 2», «№24 Тишина 3», «№27 Тишина 4» и «№30 Тишина 5». Фрагменты «Фон ЗГ» соответствовал ЭЭГ испытуемых, находящихся в состоянии пассивного бодрствования с закрытыми глазами до включения воспроизведения обучающей программы. Фрагменты «№24 Тишина 3», «№27 Тишина 4» и «№30 Тишина 5» соответствовали промежуткам времени, когда обучаемый с наибольшей вероятностью находился в ИСС «тело спит – сознание бодрствует». Фрагменты «№4 Тишина 1», «№14 Тишина 2», по нашему мнению, до появления сформированного дефинитивного поведения, должны были соответствовать каким-то промежуточным состояниям сознания.

Первоначально временные фрагменты были подвергнуты визуальному анализу на предмет выявления артефактов. При обнаружении артефакты не удалялись, а временной фрагмент разбивался на более мелкие фрагменты таким образом, чтобы артефакт не входил в эти мелкие фрагменты. При отсутствии ярко выраженных артефактов весь временной фрагмент не подвергался изменению.

Следующие визуальные оценки ЭЭГ проводились с целью выделения сегментов ЭЭГ. Для этого в каждом временном фрагменте ЭЭГ выделялись более короткие промежутки (сегменты), относительно однородные по своей структуре. Затем с помощью компьютерной обработки для каждого сегмента вычислялись общие характеристики ЭЭГ и их цифровой код [5]. Для временных фрагментов «Фон ЭГ» дополнительно проводилась классификация ЭЭГ.

Выводы

1. В процессе обучения все испытуемые, у которых перед началом первого или второго занятия электроэнцефалограммы покоя, регистрируемые в состоянии активного бодрствования при закрытых глазах, относились, по Е.А. Жирмунской, к I типу 1 группе или I типу 2 группе, научились входить в ИСС, «тело спит – сознание бодрствует». Причем у них было сформировано 2 типа дефинитивного осознанного поведения по вхождению в это ИСС:

- а) путем постепенного погружения через релаксацию;
- б) мгновенного вхождения с использованием «якоря».

2. Согласно ретроспективным отчетам испытуемых, ИСС «тело спит – сознание бодрствует» характеризуется: полной или частичной потерей ощущения тела при сохранении осознанности, воли, намерений и возможности в любой момент вернуться в обычное состояние сознания.

3. При нахождении в ИСС «тело спит – сознание бодрствует» у испытуемых регистрировалась флуктуация ЭЭГ. Флуктуация происходила в пределах 12-ти возможных цифровых описаний ЭЭГ.

532 421	532 423	432 421	432 423
535 421	535 423	435 421	435 423
522 421	522 423	422 421	422 423

4. Наибольшее время у испытуемых регистрировалось ЭЭГ, описываемое цифровым кодом **532 421**.

5. Со 2 – 3 занятия у испытуемых в ЭЭГ покоя, регистрируемой до начала занятий, начали появляться сегменты, соответствующие каким-либо из 12-ти перечисленных выше цифровых описаний ЭЭГ. Это свидетельствовало о том, что испытуемые осознано и успешно использовали «якорь», установленный в ИСС а также о формировании дефинитивного поведения.

6. По мере формирования дефинитивного поведения возрастал процент как суммарного времени сегментов ЭЭГ, описываемых каким-либо из 12-ти перечисленных выше кодов, так и суммарное время сегментов ЭЭГ, описываемых кодом **532 421**. К концу обучения оно составляло 84% и 39% от суммарного времени всех исследуемых сегментов соответственно.

7. Мы полагаем, что опираясь на положения системной психофизиологии и учитывая выводы 1 – 5, логично утверждать, что ИСС «тело спит – сознание бодрствует» соответствует ЭЭГ, описанное в цифровом виде кодом **532 421**.

8. ИСС «тело спит – сознание бодрствует» соответствуют амплитудные спектры ЭЭГ отведений F4-A_{ср}, F3-A_{ср}, расположенные в области, показанной на рисунке 1.

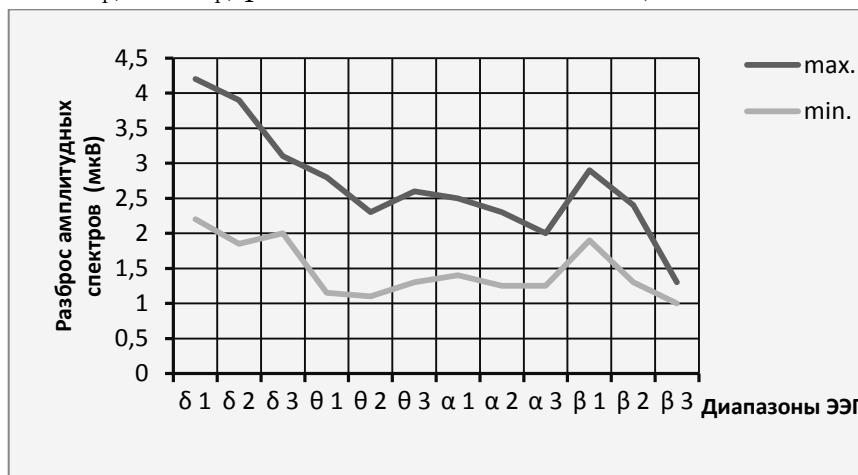


Рис.1. Границы разброса амплитудных спектров ЭЭГ, соответствующих коду 532 421

9. Состояние сознания человека флуктуирует. В наших исследованиях ИСС «тело спит – сознание бодрствует» флуктуации происходили относительно состояния сознания, определяемого ЭЭГ с цифровым кодом 532 421. Продолжительность нахождения в этом сегменте колебалась от 3 до 10 секунд.

1. *Ward C.* Therapeutic aspects of ritual trance: the shango cult in Trinidad // *J. Altered States of Consciousness*, 1979–1980. – V. 5. – № 1. – P. 19-29.

2. *Гордеева О. В.* Культурно–историческая теория Л. С. Выготского как методологическая основа изучения измененных состояний сознания (ИСС) / *Ученые записки кафедры общей психологии МГУ им. М. В. Ломоносова* / Под ред. Б. С. Братуся, Д. А. Леонтьева. – Вып. 1. М.: Смысл, 2002.

3. *Датченко С.А.* О системообразующих факторах измененных состояний сознания. / *Психология и педагогика на современном этапе: материалы I Международной научно-практической конференции*. – Ставрополь: Центр научного знания «Лотос», 2011. С.56-64.

4. *Электроэнцефалограф – регистратор компьютеризированный портативный носимый «Энцефалан-ЭЭГР-19/26».* Руководство пользователя. Научно-производственно-конструкторская фирма «Медиком МТД». Таганрог. – 232с.

5. *Жирмунская Е.А., Лосев В.С.* Системы описания и классификация электроэнцефалограмм человека. М.: Изд-во «НАУКА», 1984. – 80 с.

6. *Датченко С.А.* Дифференциация и идентификация состояний сознания человека с помощью анализа спектральных характеристик ЭЭГ. / *Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и науке о мозге. Тезисы трудов научной школы для молодежи*. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – С. 299-306.

СВЯЗЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МОЗГА И ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Демарева В.А.

*Нижегородский государственный университет им.Н.И.Лобачевского
kaleria.naz@gmail.com*

Способность к усвоению иностранного языка связана с режимами работы нейрональных модулей мозга. В онтогенезе выделяют особые сензитивные периоды формирования речевых навыков. Факторы, влияющие на возникновение и продолжительность сензитивных периодов до сих пор слабо изучены. Мы разрабатываем инструментальные методы для определения оптимальных режимов работы мозга в отношении развития языковой компетенции у конкретного человека.

Работа посвящена поиску психофизиологических маркеров лингвистической компетенции и индивидуальных сензитивных периодов для освоения английского языка учащимися специализированной лингвистической школы.

Для определения уровня успешности освоения английского языка рассматривались 14 показателей: баллы по тестовым заданиям «Вставить слова в текст», «Вставить Do/to be», «Добавить конец предложения», «Услышать ошибки в произносимом тексте»; общая сумма баллов по этим заданиям; при написании учениками сочинения на тему «Это Я» («It's me») по пятибалльной шкале оценивались грамматика, логика, лексика, межтемность, сложность использованных структур, орфография; общая сумма баллов по сочинению, количество написанных предложений; техника чтения по пятибалльной шкале.

Для определения функционального состояния в момент исследования использовался метод дихотического прослушивания, модифицированный в метод компьютерной латерометрии. Технология компьютерной латерометрии обеспечивает дихотическую стимуляцию в широком диапазоне амплитудно-временных параметров. Благодаря серии дихотических стимулов с нарастающей междушумной задержкой формируется иллюзия движения пространственного звукового образа. Возникновение этой иллюзии связано с активацией сложных нейронных сетей стволовых отделов слуховой системы теменной, лобной и затылочной зон. Компьютерная латерометрия обеспечивает количественную оценку эффективности и направления межполушарной асимметрии по звуколокализационной функции (ЗЛФ).

Установлено, что использованный нами метод оценки языковой компетенции, включающий 14 параметров, обладает избыточностью и может быть сокращен без потери информативности и надежности до четырех. Выявлена сильная корреляция между четырьмя параметрами латерометрии и уровнем компетенции по грамматике, лексике, логике, орфографии, баллу по показателю сложности использованных структур, по заданию «Вставить Do/to be», сумме баллов по сочинению.

Мы пришли к выводу, что уровень освоения английского языка достоверно выше у школьников третьих классов, обладающих левополушарной доминантностью по показателям ЗЛФ. Также отмечено, что доминирование левого полушария по некоторым показателям - возможный маркер оптимального состояния для решения задач по поиску ошибок в произносимом тексте.

Таким образом, технологию компьютерной латерометрии можно использовать для поиска маркеров лингвистической компетенции.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МОЗГА ПО РЕКОНСТРУИРОВАННЫМ СИГНАЛАМ ЭЭГ

Дорогобед Л.А., Лучинин А.В.

*Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге
vizavixxx@yandex.ru*

Противоречия и промахи в интерпретации ЭЭГ и вызванных потенциалов (ВП), наличие «парадоксальных латерализаций», не совпадающих ни с клиническими, ни с анатомическими представлениями, привели к некоторому охлаждению в отношении метода ЭЭГ как не удовлетворяющего возрастающим требованиям клиницистов и исследователей мозга. В связи с этим остро ощущается потребность в новых методах исследования, которые смогут дать существенный прогресс в изучении природы электрической активности головного мозга и ее связи со структурой и функцией [1].

Наиболее перспективным подходом к проблеме локализации в настоящее время является решение так называемой обратной задачи электроэнцефалографии (ОЗ ЭЭГ) — определение информации об источниках по потенциалам, регистрируемым на поверхности головы (Гутман, 1980; Nunez, 1981). Это сложная и неоднозначная задача, как в математическом, так и в физиологическом плане. Обратная задача ЭЭГ соответствует в узком смысле диагностической задаче клинической электроэнцефалографии (в плане определения источников патологической активности, зоны их расположения и выраженности). В силу присущей обратной задаче ЭЭГ неединственности ее решение возможно только при определенных модельных допущениях [1].

Целью данной работы является разработка подходов к решению обратной задачи электроэнцефалографии в части разделения лево- и правосторонней активности мозга. В основу теоретического анализа взята солитонная модель

спонтанной электрической активности мозга и предположение о разнонаправленности движения волновых пакетов [2,3]. Реконструкция (разделение) сигналов лево- и правосторонней активности по экспериментально снятым сигналам ЭЭГ с симметричных отведений проводится с помощью спектрального анализа на основе БПФ, цифровой фильтрации в заданной полосе частот (раздельно для поддиапазонов ЭЭГ), корреляционного анализа и обратного преобразования Фурье (ОБПФ).

Ниже приведен пример реконструкции сигналов лево- и правосторонней активности по экспериментально снятым сигналам ЭЭГ пациента, находящегося в спокойном состоянии бодрствования (фоновый режим), с симметричных затылочных отведений для α -диапазона. На первом рисунке приведены сигналы с отведений O1(OL1-рис.1, а) и O2(OL2-рис.1, б), а на рис. 2 их спектры.

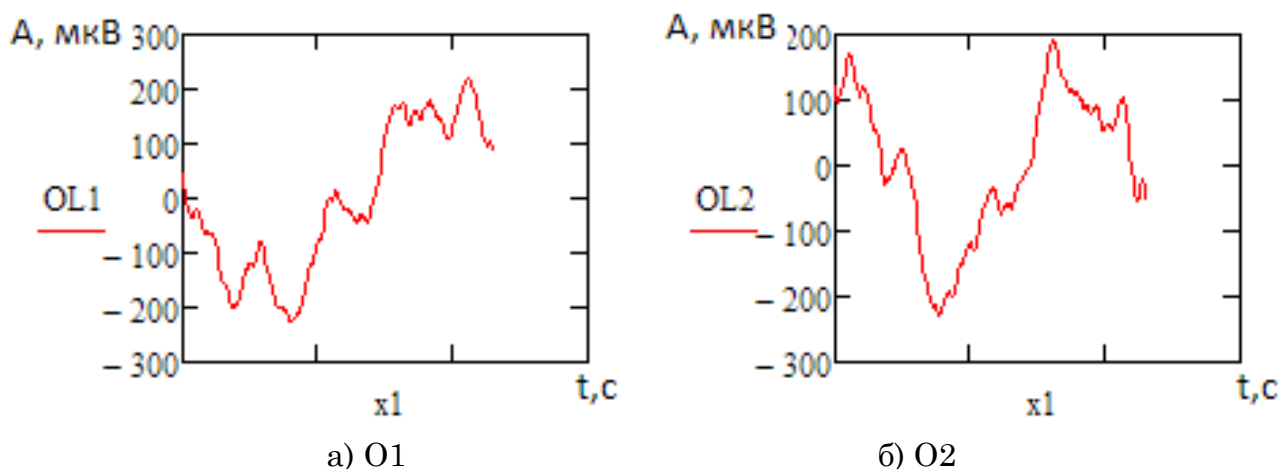


Рисунок 1. Сигнал с затылочных отведений O1 и O2

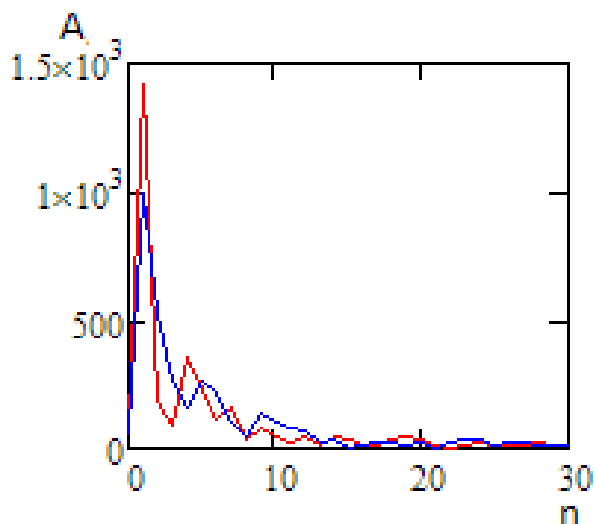


Рисунок 2. Амплитудный спектр ЭЭГ с затылочных отведений O1 и O2 (n- номер гармоники, A- амплитуда)

На рис.3-5 представлены результаты цифровой фильтрации исходных сигналов в полосе α -диапазона и процедуры ОБПФ (восстановленные сигналы во всей полосе (рис.3) и их синфазные (рис.4) и противофазные компоненты (рис.5).

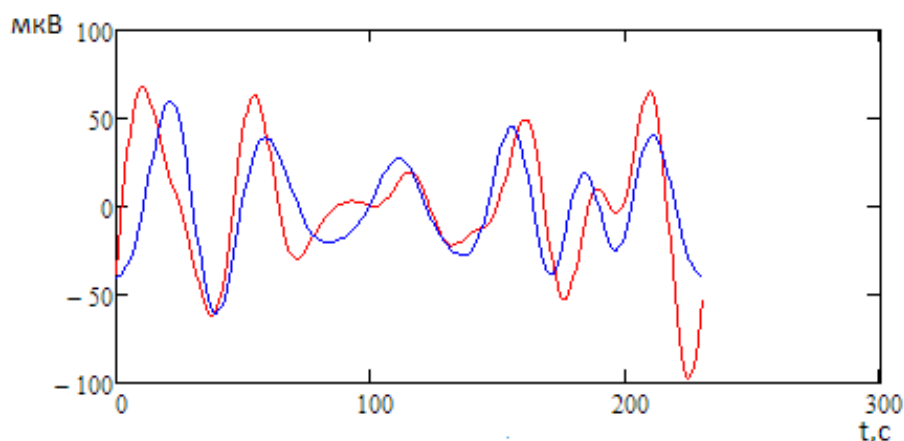


Рисунок 3. Восстановленные сигналы во всей полосе

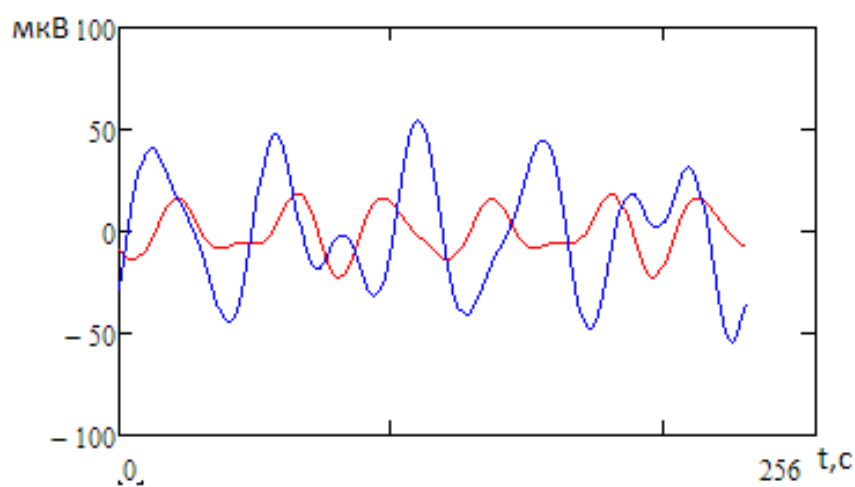


Рисунок 4. Синфазные компоненты

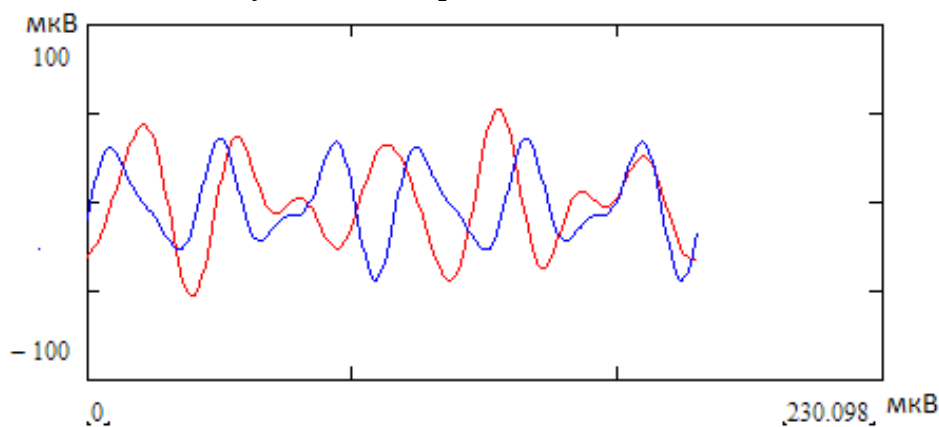


Рисунок 5. Противофазные компоненты

После проведения корреляционного анализа и определения коэффициентов вклада синфазных и противофазных компонент каждого полушария в противоположное получены реконструированные сигналы Н1 и Н2 (на рис.6 они сопоставлены с исходными и можно предположить наличие доминирующего влияния правого полушария).

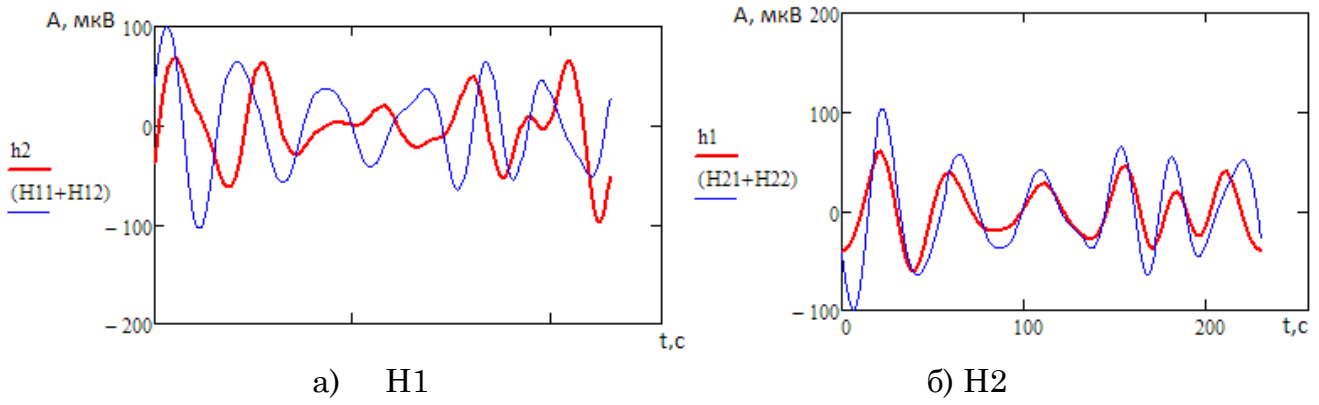


Рисунок 6(а,б). Реконструированные сигналы N1 и N2

Для проверки правильности используемого алгоритма проведено восстановление исходных сигналов и их составляющих по реконструированным сигналам (см. рис.7) .

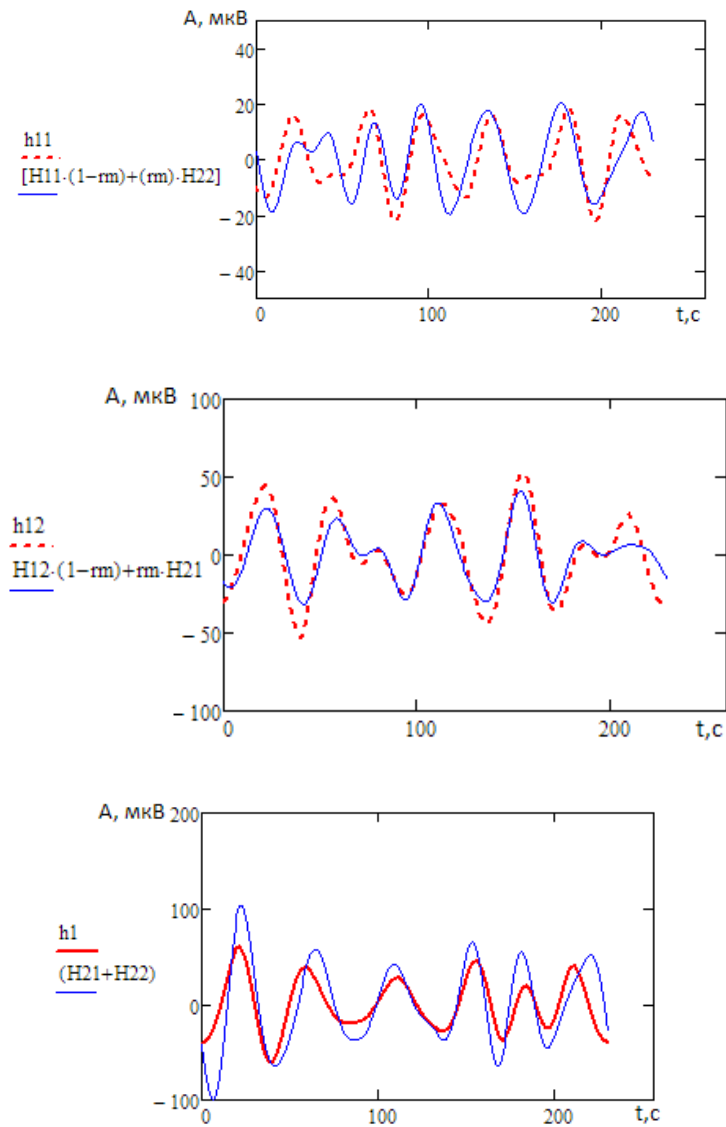


Рисунок 7. Восстановление исходных сигналов и их составляющих по реконструированным сигналам

Заключение.

Результаты проведенного исследования подтвердили возможность более точного определения функциональной асимметрии головного мозга на основе выявления “тонкой” структуры ЭЭГ в ограниченных диапазонах частот на коротких интервалах времени.

Авторы благодарны руководству НПКФ «Медиком МТД» за предоставление экспериментальных данных.

1. Гнездицкий В.В., Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография.- Москва «МЕДпресс_информ» 2004.-625 с.

2. Дорогобед Л.А., Душенин Д.Ю., Лучинин А.В., Момот Т.А., Моделирование электрической активности мозга на основе солитонной модели.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕЙРОНОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ПРОГРАММЕ MATHCAD

Душенин Д.Ю.

*Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге
dendushenin@mail.ru*

На основании обзора существующих моделей была выбрана для дальнейшего исследования математическая модель мезоскопической электрической активности мозга человека [1], в основе которой лежат усредненные свойства соседних нейронов. Одна из наиболее полных математических моделей мезоскопической электрической активности нейронов коры – модель Штайн-Росса (Steyn-Ross, 2003) [2].

Модель состоит из системы 8 дифференциальных уравнений, которые описывают распространение ЭЭГ волны. Для того чтобы вызвать приступоподобное состояние в модели были изменены два параметра, связанные с процессом возбуждения [2]. Эти параметры выбраны по двум причинам: во-первых, известно, что повышенное возбуждение провоцирует приступ. Во-вторых, увеличение уровня мембранного потенциала нейронной популяции считается важным фактором, влияющим на появление приступа.

Основная переменная в модели – переменная h_e – усредненный по поверхности соматический мембранный потенциал возбудительных клеток кортекса. В уравнениях используется безразмерный параметр $h_e = \tilde{h}_e \cdot (-70 \text{ мВ})$, где мембранный

потенциал нормируется на потенциал покоя. Экспериментальные данные ЭЭГ пропорциональны модельной переменной h_e .

Модельное состояние «приступ» было определено как решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений, для которых h_e подвергается устойчивым осцилляциям большой амплитуды. Были вычислены множественные решения системы в диапазоне параметров, используя метод Рунге-Кутты четвертого порядка [3] с временным шагом 0,4 мс в программе MathCAD. Для каждого решения был вычислен спектр мощности для h_e после окончания переходных процессов и установления частоты максимальной мощности. Спектр мощности имеет при этом единственный четко определенный пик.

Система уравнений задается в программе MathCAD следующей матрицей (рис. 1).

Матрица решений выглядит, как показано на рис. 2. Для решения дифференциальных уравнений Mathcad имеет ряд встроенных функций, в частности, функцию rkfixed, реализующую метод Рунге–Кутты четвертого порядка с фиксированным шагом. Фактически эта функция предназначена для решения систем дифференциальных уравнений первого порядка.

$$\begin{aligned} y_1' &= f_1(x, y_1, y_2, \dots, y_n) \\ y_2' &= f_2(x, y_1, y_2, \dots, y_n) \\ &\dots \\ y_n' &= f_n(x, y_1, y_2, \dots, y_n) \end{aligned}$$

$$D(v, Y) := \begin{bmatrix} K \cdot [1 - Y_0 + A1 \cdot (A2 - Y_0) \cdot Y_2 + A9 \cdot (A8 - Y_0) \cdot Y_6] \\ K \cdot [1 - Y_1 + A1 \cdot (A2 - Y_1) \cdot Y_4 + A9 \cdot (A8 - Y_1) \cdot Y_8] \\ K \cdot Y_3 \\ K \cdot \left[-2 \cdot A6 \cdot Y_3 - A6^2 \cdot Y_2 + A6^2 \cdot \left[\frac{A4}{1 + e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}} + Y_{10} + A3 \right] \right] \\ K \cdot Y_5 \\ K \cdot \left[-2 \cdot A6 \cdot Y_5 - A6^2 \cdot Y_4 + A6^2 \cdot \left[\frac{A4}{1 + e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}} + Y_{12} + A10 \right] \right] \\ K \cdot Y_7 \\ K \cdot \left[-2 \cdot A11 \cdot Y_7 - A11^2 \cdot Y_8 + A11^2 \cdot \left[\frac{A16}{1 + e^{-b2 \cdot (Y_1 - b3)}} + A12 \right] \right] \\ K \cdot Y_9 \\ K \cdot \left[-2 \cdot A11 \cdot Y_9 - A11^2 \cdot Y_8 + A11^2 \cdot \left[\frac{A16}{1 + e^{-b2 \cdot (Y_1 - b3)}} + A13 \right] \right] \\ K \cdot Y_{11} \\ \left[-2 \cdot (A7) \cdot Y_{11} - A7^2 \cdot Y_{10} + A5 \cdot A7 \cdot \left[\frac{e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}}{1 + e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}} \right]^2 \cdot (-b) \cdot [1 - Y_0 + A1 \cdot (A2 - Y_0) \cdot Y_2 + A9 \cdot (A8 - Y_0) \cdot Y_6] + A7^2 \cdot A5 \cdot \frac{1}{1 + e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}} \right] \cdot K \\ K \cdot Y_{13} \\ \left[-2 \cdot A14 \cdot Y_{13} - A14^2 \cdot Y_{12} + A14 \cdot A15 \cdot \left[\frac{e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}}{1 + e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}} \right]^2 \cdot (-b) \cdot [1 - Y_0 + A1 \cdot (A2 - Y_0) \cdot Y_2 + A9 \cdot (A8 - Y_0) \cdot Y_6] + A14^2 \cdot A15 \cdot \frac{1}{1 + e^{-b \cdot (Y_0 - b1)}} \right] \cdot K \end{bmatrix}$$

Рис. 1. Матрица системы уравнений мезоскопической модели активности кортекса

Функция `rkfixed(y, x1, x2, npoints, D)` возвращает матрицу. Первый столбец этой матрицы содержит точки, в которых получено решение, а остальные столбцы – решения и его первые $n-1$ производные.

Аргументы функции:

y – вектор начальных значений (n элементов).

$x1$ и $x2$ – границы интервала, на котором ищется решение дифференциального уравнения.

$npoints$ – число точек внутри интервала ($x1, x2$), в которых ищется решение.

Функция `rkfixed` возвращает матрицу, состоящую из $1+npoints$ строк.

D – вектор, состоящий из n элементов, который содержит первые производные искомой функции.

Особенностью данной функции является то, что решение возвращается в виде массива с запрошенным при ее вызове количестве строк (рассчитанных точек). Каждая строка содержит значение аргумента и значения рассчитанных в этой точке искомым функций.

При решении системы дифференциальных уравнений нужно создать вектор начальных условий из двух элементов, например, вектор y , который затем используется при формировании вектора-функции правой части дифференциального уравнения. При обращении к функции `rkfixed` указывается имя вектора y , и границы интервала, на котором ищется решение уравнения, количество точек, в которых ищется решение, вектор-функция, описывающая правую часть дифференциального уравнения – D . В результате получается матрица `s_`, в первом столбце которой содержатся значения аргумента искомым функций, во втором и третьем столбцах – значения самих функций при соответствующем значении аргумента. При построении графика можно воспользоваться первым столбцом полученной матрицы как аргументом, а вторым и третьим столбцами – как функциями.

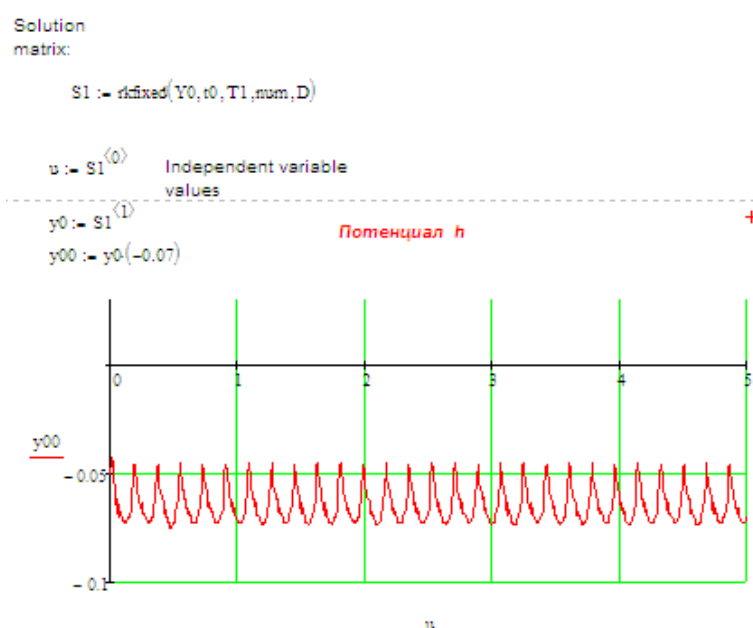


Рис. 2. Функция решения системы ОДЭ и результат

На рис 2 показан рассчитанный график временной зависимости потенциала возбудительных клеток кортекса $h(t)$. На рис. 3 приведен алгоритм вычисления спектра, содержащий некоторые особенности: вычитание среднего значения, конкатенация векторов для придания функции «гладкости», выбор числа окон, обнуление спектра.

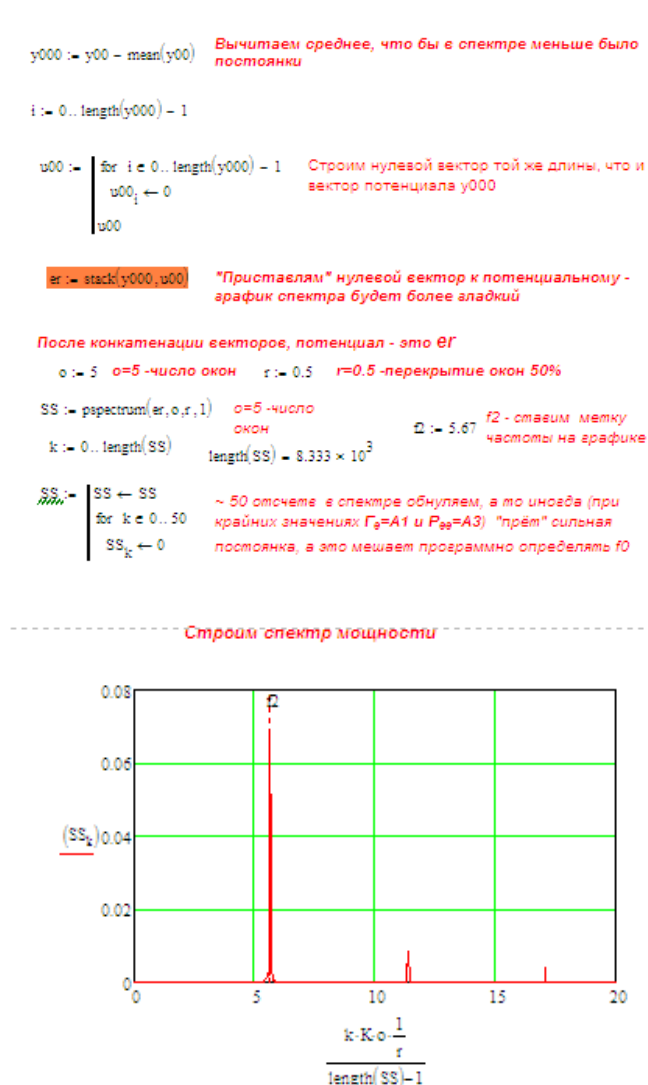


Рис. 3. Особенности вычисления спектра электрической активности кортекса

Таким образом, разработана математическая модель в системе MathCAD, позволяющая анализировать активность нейронов кортекса при различных сочетаниях параметров уравнений, отражающих реальные физиологические константы.

1. Mark A. Kramer, Heidi E. Kirsch and Andrew J. Szeri. Pathological pattern formation and cortical propagation of epileptic seizures // J. R. Soc. Interface. – Springer, 2005.
2. Ильина В.А., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков. т.2. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – с. 16-30.

ПРИМЕНЕНИЕ АТТРАКТОРОВ ЭЭГ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ

Ермолаева И.О.

*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования Ростовский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения и социального развития России, 344022, Россия, г.
Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29
irisa-irisa@bk.ru*

Рассеянный склероз (РС) – хроническое прогрессирующее аутоиммунное заболевание, происходящее с нарушением миелиновой оболочки нервных волокон. [1] РС является самым распространенным демиелинизирующим заболеванием. Согласно статистическим данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), рассеянный склероз – одна из основных причин временной потери трудоспособности и раннего наступления инвалидности среди молодых, трудоспособных людей. Время дебюта заболевания приходится на трудоспособный период, в большинстве случаев первые симптомы заболевания появляются у людей в возрасте от 25 до 35 лет. В мире насчитывается более 2,5 млн. больных РС, из них более 750 тысяч имеют инвалидность. Смертность от РС в среднем составляет 2 случая на 100 тыс. населения в год [2]. Россия входит в зону высокого риска по распространенности данного заболевания. В последнее время проявляется тенденция увеличения распространенности РС в большинстве регионов мира и число ежегодно регистрируемых новых случаев заболевания, в том числе среди детей и подростков.

На сегодняшний день не известно ни одного из лабораторных или инструментальных методов исследования, который позволял бы с абсолютной достоверностью подтвердить диагноз рассеянного склероза. Именно поэтому проблема разработки новых методов быстрой и точной диагностики данной патологии в настоящее время приобретает особую актуальность.

Одним из универсальных способов оценки состояния головного мозга является электроэнцефалография (ЭЭГ), поскольку электроэнцефалограмма является отражением суммарной биоэлектрической активности всех клеток головного мозга человека. И, следовательно, любое нарушение функционирования этих клеток при патологии приводит к изменениям в ЭЭГ-сигнале.

В настоящее время в научных кругах набирает все большую популярность метод исследования ЭЭГ с позиций теории нелинейных динамических систем. Одной из главных характеристик системы в рамках данной теории является ее сложность. [3] Оценить сложность системы, порождающей тот или иной процесс, возможно при помощи реконструкции динамики системы. Наглядным представлением нелинейной

динамики системы может служить аттрактор – множество точек, отражающих последовательные состояния системы.

Для исследования были выбраны данные электроэнцефалографических исследований двух групп испытуемых: 10 пациентов с диагнозом рассеянный склероз до и после медикаментозного лечения и 10 здоровых испытуемых. Возраст испытуемых составил 18-35 лет для обеих групп. Для съема ЭЭГ использовалась стандартная система отведений 10-20, запись производилась по 16 отведениям при помощи анализатора электрической активности головного мозга «Энцефалан-131-03» фирмы «Медиком МТД» г. Таганрог, Россия. Затем из записи ЭЭГ при помощи программного обеспечения энцефалографа были удалены физиологические и аппаратные артефакты. Были выбраны безартефактные отрезки фоновой пробы ЭЭГ длиной 1 с.

Для каждого отрезка была построена проекция аттрактора на плоскость – так называемый фазовый портрет системы, порождающей электроэнцефалографический сигнал. Сигнал ЭЭГ каждого пациента по всем отведениям был представлен в следующем виде. По одной оси откладывалась амплитуда исходного ЭЭГ-сигнала $x(t)$, а по другой – амплитуда того же сигнала $x(t+\tau)$ с задержкой τ . Для нахождения времени задержки τ были вычислены автокорреляционные функции (АКФ) ЭЭГ-сигналов и найдено время до первого нуля АКФ, которое впоследствии и использовалось в качестве τ .

Выяснилось, что аттракторы ЭЭГ существенно различаются для групп здоровых и больных.

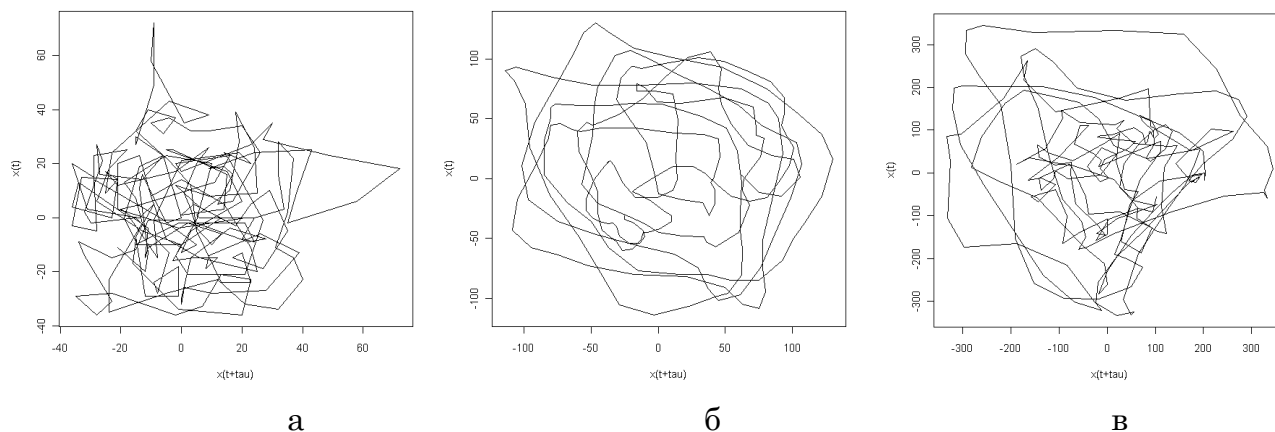


Рисунок 1 – Типичные виды аттракторов, характерные для пациентов
а) здорового, б) с диагнозом РС до лечения, в) с диагнозом РС после лечения

Как показано на рисунке 1а, для ЭЭГ здорового человека характерны аттракторы в виде «запутанного клубка», их структура хаотична, нет преобладающего направления линий и повторяющихся форм. Фазовые портреты ЭЭГ здорового человека имеют сложный вид. Аттракторы ЭЭГ больных РС по некоторым отведениям имеют практически тот же вид, что и у здоровых, для других же отведений они выглядят как на рисунке 1б. Изменение вида аттракторов для определенных отведений ЭЭГ, возможно, указывает на локализацию поражения

головного мозга. Измененные фазовые портреты ЭЭГ имеют заметно более упорядоченный вид и содержат повторяющиеся по форме структуры. Это может свидетельствовать о снижении сложности системы, порождающей исследуемый ЭЭГ-сигнал, вследствие протекающего патологического процесса. После лечения наблюдается увеличение хаотичности картины аттрактора, он имеет уже более сложный вид, чем у того же пациента до лечения (рисунок 1в). Хотя в портрете и остается часть повторяющихся элементов, все же наблюдается усложнение картины поведения системы, что может свидетельствовать о некотором смещении системы в сторону большей хаотичности и о движении пациента к нормальному здоровому состоянию в процессе лечения. То есть, по виду аттракторов возможно судить об эффективности проводимой терапии.

Итак, вид аттрактора может свидетельствовать не только о наличии такой патологии как рассеянный склероз. По фазовому портрету ЭЭГ можно оценить также динамику выздоровления пациента, что может быть использовано в клинической практике как дополнительный информативный показатель эффективности лечения.

1. Рассеянный склероз и другие демиелинизирующие заболевания. Под ред. Е.И. Гусева, И.А. Завалишина, А.Н. Бойко. М., 2004.
2. Бутенко Г.М. Рассеянный склероз — многофакторное заболевание // Новая медицина. — 2002. — № 2. — С. 18-19.
3. Шустер Г. Детерминированный хаос. М., "Мир", 1988, 240 с.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Жукова Е.В.

*Технологический Институт Южного Федерального Университета в г. Таганроге
kattussok88-zh@mail.ru*

Нейроинженерия – новая, быстро развивающаяся междисциплинарная наука, изучающая фундаментальные механизмы передачи сигналов и возможности управления реакциями центральной и периферической нервной системы.

Структурно-функциональной единицей нервной системы является нервная клетка – **нейрон**. Типичный нейрон состоит из сомы, или тела клетки, содержащего ядро, и отростков, одного обычно неветвящегося - аксона, и нескольких ветвящихся – дендритов. Тела нейронов образуют скопления (нервные центры и узлы), а аксоны и дендриты, объединяясь в общей оболочке, формируют нервы. Соединение между аксоном одного нейрона и дендритом следующего образуют- **синапс**. Передача импульса обусловлена электрическими и химическими возмущениями [1].

Углеродные нанотрубки (УНТ) могут быть использованы в нейроинженерии и для фундаментальных исследований поведения нервных клеток, и для практического применения – для изучения роста и организации нейронной сети, улучшения эффективности передачи сигналов в нервной системе, создания биосовместимого интерфейса. Нейроны регулярным образом организованы в слой. Входной слой служит просто для ввода значений входных переменных. Каждый входной сигнал проходит через соединение, имеющее определенную интенсивность (или вес); этот вес соответствует синаптической активности биологического нейрона. С каждым нейроном связано определенное пороговое значение. Вычисляется взвешенная сумма входов, из нее вычитается пороговое значение и в результате получается величина активации нейрона. Сигнал активации преобразуется с помощью функции активации (или передаточной функции) и в результате получается выходной сигнал нейрона. Входы и выходы модели нейронной сети соответствуют сенсорным и двигательным нервам. Кроме этого, однако, в сети может быть еще много промежуточных (скрытых) нейронов, выполняющих внутренние функции. Входные, скрытые и выходные нейроны должны быть связаны между собой [2].

В недавнее время учеными создан нейрочип, в котором клетки самоорганизуются и сами создают сложные разветвленные нейронные связи между собой. Культура нервных клеток размещалась на кварцевой пластине, которая не содержала микроэлектронных компонент. Нейроны не присоединялись к этой поверхности, зато начали собираться в кластеры, благодаря нанотрубкам. В следующих исследованиях в течение 8–12 дней культивировали нервные клетки гиппокампа крыс на подложках из одностенных нанотрубок. Для получения подложек раствор нанотрубок осаждали на стекло, где после термообработки образовывалась механически прочная пленка толщиной 50–70 нм. Данные электронной микроскопии показали, что по всей подложке разрослись нейроны, имеющие размеры и морфологию, типичные для здоровых клеток.

На рисунке 1 показаны: А - Подложка из ОСНТ; В-Д - Рост нейронов в течение 10 дней на образце А; Е, F – детали областей, выделенных на рисунке D. Масштабная шкала (показана на E): А – 1 мкм, В – 200 мкм, С – 25 мкм, D – 10 мкм, E – 2 мкм, F – 450 нм.

Рост нейронов и образование функциональной сети на ОСНТ указывает на полную биосовместимость.

Дальнейшие исследования ученых показали, что годятся не всякие подложки из проводящих УНТ. Авторы работы синтезировали одностенные нанотрубки, добавили полиэтиленгликоль, способствующий их растворению и, соответственно, улучшающий биосовместимость, в УЗ-ванне получили однородную дисперсию и распылением нанесли на горячее покровное стекло однородную пленку. Исследования показали, что изменяя толщину пленки, можно было контролируемым образом менять электропроводность.

Материалы подложек толщиной 10, 30 и 60 нм имели удельную электропроводность 0,3; 28 и 42 См/см, соответственно. Для контроля использовали

покровные стекла, покрытые неэлектропроводным полиэтиленгликолем. Культуры гиппокампальных нейронов крыс выращивали на подложках в течение 3 дней. Нейроны имели флуоресцентную метку, и их рост можно было наблюдать с помощью флуоресцентной и интерференционно-контрастной микроскопии.

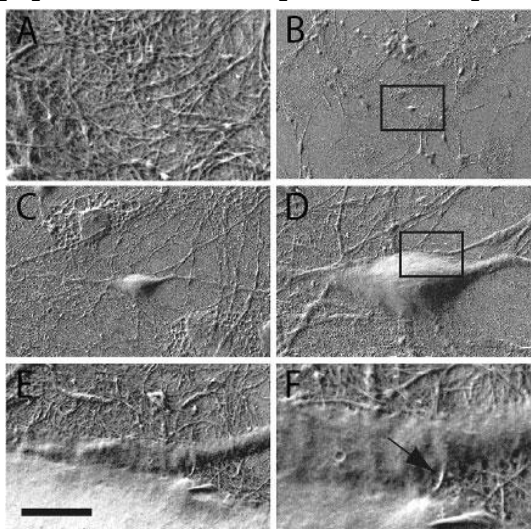


Рисунок 1 – Микрофотографии нейронов на ОСНТ

Основной результат работ заключался в том, что в нейронах возникали отклики на внешнюю электростимуляцию, осуществляемую через нанотрубки с помощью подсоединенного к подложке Ag-электрода. Таким образом, нанотрубки не только хорошая поверхность для выращивания нейронной сети. Они могут способствовать повышению эффективности работы мозга благодаря передаче электрического сигнала по нанотрубке [3].

На рисунке 2 изображена блок-схема, иллюстрирующая систему распознавания образов, которая может быть осуществлена с физическим устройством нейронной сети на углеродных нанотрубках.

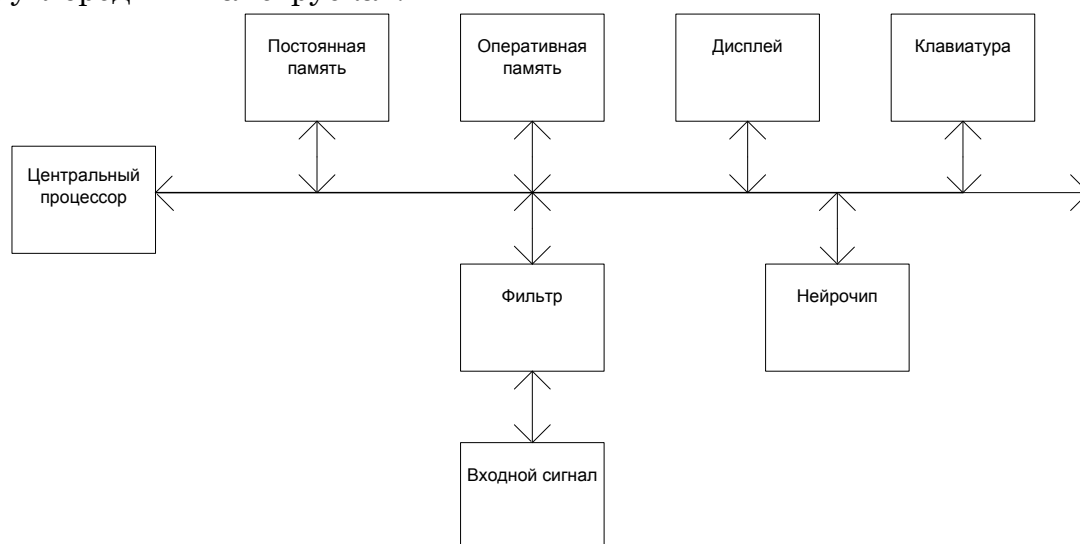


Рисунок 2 – Блок-схема системы распознавания образов, осуществляемая с физическим устройством нейронной сети на углеродных нанотрубках

Система представлена центральным процессором, который выполняет различную обработку и управление функциями, такими как распознавание образов.

Он связан с постоянной и оперативной памятью, дисплейным блоком, клавиатурой, фильтром и физическим устройством нейронной сети (нейрочипом)

Нанотрубки оказались полезными на стыке 2 высокотехнологичных дисциплин – нанотехнологий и искусственного интеллекта.

Применяя нанотрубки мы получаем малую наноразмерную, сверхбыструю, помехоустойчивую сеть, пригодную для решения поставленных задач [4].

1. «Нейроны формируют искусственный мозг с помощью нанотрубок». Интернет источник.: <http://old.nanonewsnet.ru/index.php?module=Pagesetter&func=viewpub&tid=4&pid=236//> Дата обращения – 01.07.2011.

2. «Искусственный нейрон. Функция активации». Интернет источник.: http://www.neurones.ru/neuro_base.php// Дата обращения – 01.07.2011

3. «Углеродные нанотрубки и нейроны». Интернет источник.: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2009/uglerodnye-nanotrubki-neirony//> Дата обращения – 01.07.2011.

4. «Введение в искусственные нейронные сети». Интернет источник.: <http://www.scorcher.ru/neuro/science/neurocomp/mem52.htm//> Дата обращения – 02.07.2011.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ)

Зарубин Г.А., Пучкин М.В.

Южный Федеральный Университет, факультет математики, механики и компьютерных наук
phx@nxt.ru

Теория искусственных нейронных сетей (ИНС) – относительно молодое и бурно развивающееся научное направление, результаты исследований которого успешно применяются в самых различных областях – экономике, медицине, технике, геологии, физике. ИНС получили наибольшее распространение при решении задач прогнозирования, распознавания и управления.

Существует несколько классических нейросетевых архитектур и множество их различных современных модификаций, каждая из которых оптимальным образом решает задачи из определённой области. Возникает вопрос о комбинированном использовании нейронных сетей разных видов, возможности, оправданности и эффективности такой интеграции.

В данной работе было решено исследовать объединение сетей двух следующих видов для решения задачи распознавания образов:

- 1) самоорганизующаяся карта Кохонена
- 2) многослойный персептрон

Введём следующие обозначения:

X – исходное пространство данных (размерность S , объём Q)

V – пространство признаков (размерность T , объём R)

M – множество классов

$P: X \rightarrow V$ – функция выделения признаков

$K: V \rightarrow M$ – функция принадлежности классу

Гибридная нейронная сеть должна решать задачу классификации, то есть реализовывать такое отображение функции принадлежности, которое наиболее соответствовало бы фактическому распределению данных по классам.

В реальных задачах из-за возможных нелинейности и неоднородности данных, близости классов, неопределённости их числа и критериев разделения, наибольшую сложность представляют именно задачи нахождения и выделения характерных качеств и свойств объекта – признаков для последующей классификации.

После того, как будет определена функция выделения и сформировано пространство признаков, возникает следующая проблема – какие из множества признаков являются наиболее информативными и характерными для разделения классов. Таким образом, важным является не только само выделение пространства признаков, но и его локализация или редукция. Здесь становится уместным применение нейронной сети Кохонена, которая предоставляет хорошие возможности для кластеризации данных.

Понижение размерности пространства признаков с помощью самоорганизующейся карты Кохонена производится следующим образом:

1 этап – транспонирование пространства:

$$V = (v_{ij})_{i=1, j=1}^{T, R}, \quad V' = (v'_{ij})_{i=1, j=1}^{R, T} : v'_{ij} = v_{ji}$$

$$\begin{pmatrix} v_{11} & \dots & \dots & v_{1R} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{T1} & \dots & \dots & v_{TR} \end{pmatrix}_{T \times R} \rightarrow \begin{pmatrix} v'_{11} & \dots & v'_{1T} \\ \dots & \dots & \dots \\ v'_{R1} & \dots & v'_{RT} \end{pmatrix}_{R \times T}$$

Рис. 1. Транспонирование признакового пространства

2 этап – кластеризация сетью Кохонена.

Задаётся число кластеров U ($U < T$) – новая размерность пространства.

Проводится обучение – СWTM с гауссовской функцией соседства [1].

Полученная весовая матрица является пространством $R \times U$.

3 этап – повторное транспонирование пространства.

Получаем пространство признаков $V'': U \times R$

В результате работы сети Кохонена снижается избыточность данных и происходит локализация признаков, при этом выделяются наиболее значимые для разделения классов компоненты. Обучение сети – нетривиальный процесс, при котором необходимо учитывать специфику подаваемых данных и самой сети.

Если задача не позволяет в принципе или должным образом реализовать выделение признакового пространства, то описанная выше процедура может применяться сразу к исходному пространству данных. Однако, эффективность такого подхода при больших объёмах и высокой размерности, то есть эффективность кластеризации сети Кохонена, будет невысока.

Полученное пространство признаков используется для работы с многослойным персептроном: определяется характеризующий каждый класс вектор, выделяются обучающая и тестовая выборки, подбираются параметры сети и проводится обучение. При этом также необходимо учитывать специфику данных и много других факторов.

Результаты последующего распознавания для тестовой выборки свидетельствуют об эффективности функционирования всей гибридной сети. Чтобы оценить эффективность каждой сети – на время отключается сеть Кохонена и оценивается работа многослойного персептрона, затем она подключается и результаты сравниваются.

Архитектура построенной системы и последовательность этапов её работы может быть проиллюстрирована схемой (Рис. 2).

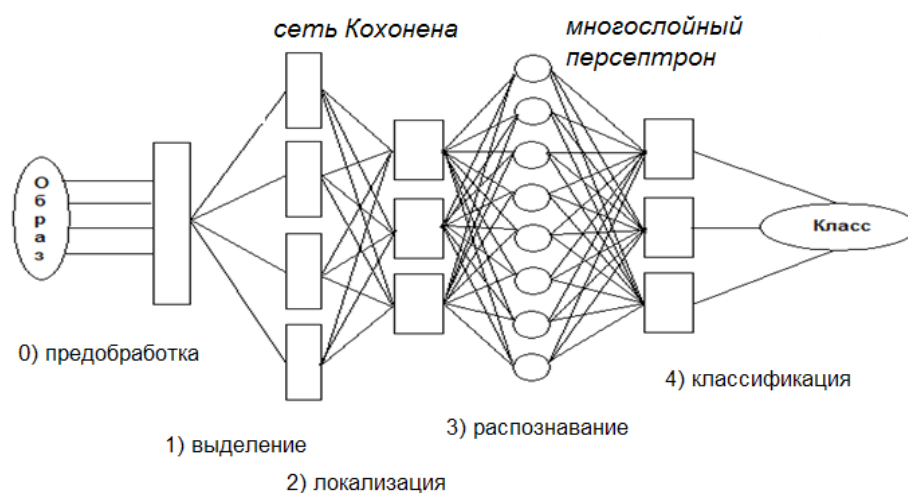


Рис. 2 Структура системы распознавания гибридной нейронной сетью

Описанная выше гибридная нейронная сеть была реализована и применялась для решения задачи идентификации лиц. В качестве выборки изображений использовалась общедоступная база лиц ORL [3]. Это простейшие фронтальные полутонные изображения 40 лиц человек по 10 каждого размером - 92x112 пикселей. Следует отметить специфику анализируемых образов – это высокая степень близости классов, предъявляющая дополнительную сложность для распознающей системы.

Сначала на основе семантики данных производилось первичное выделение значащих признаков – фиксировалась область глаз, носа и губ. Затем, в качестве

функции выделения признаков использовалось преобразование Фурье и обратное преобразование. Признаковым пространством является множество векторов коэф-в Фурье, число коэф-в было подобрано экспериментально и принимается равным 100.

Все изображения делились на 2 выборки – обучающую и тестовую, по 5 изображений для каждого лица. При работе только одной сети – после обучения многослойного персептрона обратным распространением ошибки [2] – максимальный процент распознавания составлял $70(\pm 7.5)\%$, при этом процент обучения составил около 93%. Важным моментом являлся выбор числа кластеризации сети Кохонена, фактически оно определяет сжатие пространства признаков. Для выбранного числа коэф-в Фурье было подобрано оптимальное число – 70. При функционировании гибридной сети благодаря дополнительной локализации признаков (на 30%) процент распознавания вырос до $85(\pm 4)\%$, а процент обучения стал близок к 99%.

Эти значения свидетельствуют о том, что в среднем способность распознавания системой выросла на 15%, а стабильность увеличилась вдвое. Всё это подтверждает оправданность и эффективность интеграции нейронных сетей Кохонена и многослойного персептрона.

Было проведено сравнение результатов работы системы с другими подобными для тех же входных данных. В рамках нейросетевой парадигмы эта же задача решалась при помощи некоммерческой системы «FaceDefine» (<http://www.morden.com.ua/wp/fecedefineproject/>). При сравнении выяснилось, что проценты распознавания схожи, однако, время обучения FaceDefine в 2,5 раза дольше. Это вызвано тем, что ей используется только одна сеть (многослойный персептрон) существенно большей размерности. Варианты применения аналогичной гибридной нейросетевой архитектуры в других системах не найдены или информация недоступна (в коммерческих проектах даются лишь общие описания). Сравнение с системой, не использующей нейросетевые средства, а только анализ изображений показал, что в ней распознавания на 5-7% выше, при этом также меньшее время работы. Однако, присутствует существенная предобработка данных, из которой следует замкнутость на свойствах конкретного пространства.

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы и результаты, полученные в работе:

- 1) предложен нейросетевой метод понижения размерности пространства с помощью самоорганизующейся карты Кохонена
- 2) подтверждена оправданность и эффективность интеграции нейронных сетей Кохонена и многослойного персептрона
- 3) разработана система распознавания образов (до 40 классов высокой степени близости), в качестве примера её функционирования решена задача идентификации лиц.

Преимущество описанной системы заключается в том, что выделение значащих признаков сетью Кохонена и их классификация на основе многослойного персептрона не зависят от семантики, а основываются на фактическом разбросе данных. Созданная нейросетевая архитектура может применяться к любому другому

пространству с незначительными структурными и параметрическими изменениями. Недостатки системы в целом следуют из недостатков использования нейросетевого подхода – это сложность процесса обучения и сильная зависимость распознавания от обучающей выборки.

Перспективой системы гибридной нейросети является добавление управляющего элемента верхнего уровня, корректирующего параметры сетей и функции выделения в зависимости от получаемых результатов и задаваемых задач. Такая динамически настраиваемая рекуррентная сеть могла бы избавиться от многих недостатков.

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2004 – С. 231–234.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2006 – С. 225–233.
3. <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedatabase.html>

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ШИЗОФРЕНИИ И ОРГАНИЧЕСКОГО ШИЗОФРЕНОПОДОБНОГО РАССТРОЙСТВА

Ивашев С.П., Новикова Ю.Г.

*Волгоградский государственный медицинский университет
psy-sign@mail.ru*

В настоящее время всё большее значение приобретает разработка информационных технологий, позволяющих верифицировать диагностическое заключение врача с позиций доказательной медицины. В их числе методология и представления о базовых аспектах функциональной организации целенаправленного поведения – уровне избыточности регуляторных процессов [1] и системно-информационном комплексе [2]. Было показано, что в сравнении с нормой функциональная организация целенаправленного поведения лиц, страдающих шизофренией, характеризовалась более высокой степенью интегрированности звеньев системно-информационного комплекса в наиболее жестко задаваемых условиях деятельности – интерполяции, меньшей устойчивостью саморегуляции в операциях слежения, большей динамичностью программирования – при экстраполяции, приоритет результата – «эффект в системе» за счет лабильности саморегуляции наблюдался в условиях произвольной деятельности, направленной на воспроизведение «психического темпа» [3]. Функциональная организация

целенаправленных поведенческих актов лиц, перенесших психотическое состояние органического генеза в отличие от здоровых, характеризовалась меньшим уровнем избыточности регуляторных процессов во всех тестовых сериях, большей дезинтегрированностью звеньев системно-информационного комплекса в условиях экстраполирующего слежения и произвольной деятельности. В системной регуляции целенаправленного поведения приоритетом процесса саморегуляции выступал программный алгоритм квантования и устойчивость акцептора результатов действия. В свою очередь, параметр информационной избыточности процессов саморегуляции оказывался связанным с соподчиненными компонентами системно-информационного комплекса. Низкая эффективность деятельности в отличие от нормы определялась параметрами ошибок [4].

Несмотря на то, что шизофрения и органическое шизофреноподобное расстройство по своей сути представляют довольно контрастные нозологические группы, дифференциальная диагностика этих форм психической патологии нередко представляет собой нетривиальную задачу. Особенную сложность представляют больные, имеющие в анамнезе психотическое состояние и попадающие в поле зрения врача на этапе формирующейся негативной симптоматики.

В этой связи целью настоящей работы стала оценка дифференциально-диагностической значимости информационных параметров процессов саморегуляции для разграничения шизофрении и органического шизофреноподобного расстройства. С этой целью определены параметры информационного уровня саморегуляции целенаправленного поведения; построена модель условий деятельности, при которых значения выделенных параметров будут наиболее контрастными у сравниваемых выборок; дискриминативная оценка бинарной классификации клинических групп.

Всего было обследовано 63 пациента, представляющих 2 клинические группы. *Первую группу* составили больные, страдающие шизофренией со средним темпом прогрессивности процесса (33 человека) в стадии формирующейся медикаментозной ремиссии. *Вторая группа* представлена 30 больными, перенесшими психотическое состояние церебрально-органического генеза.

Для описания информационного уровня процессов саморегуляции были определены следующие параметры: 1. Уровень избыточности регуляторных процессов (УИР). Является интегральной мерой взаимной обусловленности смежных поведенческих актов в континууме «хаос - упорядоченность». 2. Устойчивость процессов саморегуляции (УС). Определяет меру вариабельности динамического ряда интервала времени между стереотипными поведенческими актами. 3. Программный алгоритм квантования целенаправленного поведения (ПАК) - мера близости к осцилляторной функции (основная, низко-, средне- и высокочастотная спектральные составляющие) ряда систематических отклонений параметров достигнутого результата от целевого. 4. Эффективность деятельности (ЭД) – определяемая как интегральная количественная мера результата в соответствии с задаваемой инструкцией целью. 5. Надежность деятельности (НД) – отражает интегральную меру допущенных “ошибок”.

В качестве условий деятельности, в которых, предположительно, различия в информационных показателях саморегуляции у больных шизофренией и органическим шизофреноподобным расстройством проявятся наиболее рельефно, выбраны: а) Экстраполирующее преследующее слежение с обогащением акцептора результата действия. б) Экстраполирующее компенсаторное слежение с обеднением акцептора результата действия. Моделирование представленных выше условий деятельности осуществлялось с помощью компьютерной программы - имитатора задач слежения за дискретными сигналами и произвольного воспроизведения интервалов времени «РИТМОТРОН» [1]. Расчёт средних показателей информационных параметров саморегуляции двух контингентов больных, их сравнение по t-критерию Стьюдента выявил следующие значимые различия (Таб. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика информационных параметров саморегуляции при реализации деятельности в условиях первой тестовой серии.

Показатели	ОШР	Шизофрения	T-критерий
1-я серия			
УИР	139,53±16,61	229,73±17,31	3,76
УС	76,28±11,03	46,80±1,82	-2,64
ПАК _о	3,69±0,14	3,04±0,27	-2,13
ПАК _н	3,80±0,24	4,05±0,39	0,55
ПАК _с	4,87±0,32	3,81±0,36	-2,18
ПАК _в	5,04±0,45	4,73±0,54	-0,44
ЭД	1,15±0,08	1,9±0,16	4,1
НД	0,69±0,04	0,85±0,02	3,55
2-я серия			
УИР	164,51±27,25	306,35±21,04	4,12
УС	60,50±11,57	55,86±1,05	-0,40
ПАК _о	2,84±0,22	2,15±0,14	-2,64
ПАК _н	3,30±0,26	2,29±0,22	-2,93
ПАК _с	3,59±0,31	2,67±0,28	-2,21
ПАК _в	3,84±0,25	3,43±0,34	-0,96
ЭД	1,10±0,07	2,3±0,11	9,3
НД	0,64±0,04	0,73±0,02	1,96

В условиях первой тестовой серии целенаправленное поведение пациентов перенесших органическое шизофреноподобное расстройство (ОШР) характеризовалось меньшим уровнем избыточности регуляторных процессов, что проявлялось в относительно невысокой взаимной детерминированности смежных поведенческих актов, реализующих преследующее слежение посредством минимального по времени упреждения периодического светового стимула. Эти данные показали, что действия пациентов с ОШР носили более случайный характер. Другим отличительным свойством ОШР явилась большая функциональная

лабильность саморегуляции – дисперсионные свойства параметров слежения пациентов с церебрально-органической патологией характеризовались значительным разбросом значений. Спектральные характеристики регуляторных осцилляций программного алгоритма квантования при ОШР имели большую амплитуду в диапазонах основной и среднечастотной компонент. Это свидетельствует о более жестком характере программирования последовательности дискретных актов у «органиков» и динамичным - в группе пациентов страдающих шизофренией. Деятельность пациентов с ОШР оказалась менее эффективной с большим числом ошибочных действий.

Во второй тестовой серии, связанной с компенсаторным слежением - «пеленгом» скрытого сигнала сохранились различия сравниваемых групп по параметру уровня избыточности регуляторных процессов. Функциональная устойчивость-лабильность саморегуляции в отличие от предыдущей серии оказалась сходной в обеих выборках. Увеличилась жесткость программирования в группе ОШР за счет 3-х компонент ПАК (основной, низко- и среднечастотной). Значимо увеличилось различие ОШР. Напротив – различия, определяемые индексом надежности заметно сгладились.

Для определения операционных характеристик описанных выше экспериментально-психофизиологических тестов применялись стандартные алгоритмы ROC-анализа с показателями чувствительности и специфичности метода, определением его общей точности, а также прогностической ценности положительного и отрицательного результата. Данная методика позволяет рассчитать уровни чувствительности и специфичности примененного теста в решении задач дифференциальной диагностики клинически сходных по психотическим проявлениям форм психической патологии. Иными словами – определить уровень доказательности диагностического заключения.

Чувствительность метода к выявлению органического шизофреноморфного расстройства в первой тестовой серии составила 0,94. Специфичность – 0,93. Полученные показатели означают, что в 94% случаев пациенты, страдающие шизофренией, действительно имеют эту форму психической патологии, а в 93% случаев – верно идентифицированы больные органическим шизофреноподобным расстройством. Общая точность теста – 0,94. Во второй тестовой серии, как чувствительность, так и специфичность примененного экспериментально-психофизиологического метода составила 0,97. Соответственно, общая точность метода также составила 0,97.

Таким образом, проведенное исследование показало значимость учёта информационных показателей саморегуляции при дифференциальной диагностике шизофрении и органического шизофреноподобного расстройства. Применение системно-информационного подхода может стать основой для выработки на материале большей выборки количественных стандартов – интервалов, позволяющих надежно разграничивать указанные формы психической патологии.

1. Ивашев С.П. Системное квантование мыслительной деятельности человека: Монография / С.П. Ивашев. - Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2005. - 229 с
2. Ивашев С.П. Системно-информационный комплекс - модель функциональной организации целенаправленного поведения // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2010. –№ 9. – С. 12 – 16.
3. Ивашев С. П. Системно-информационные закономерности саморегуляции целенаправленного поведения у больных шизофренией // Естественные науки. – 2010. - № 2. – С. 126 – 135.
4. Ивашев С. П. Системно-информационная организация целенаправленного поведения человека при органических психических расстройствах // Естественные науки. – 2010. - № 2. – С. 135 – 144.

СКРИНИНГОВАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА В ДИСПАНСЕРИЗАЦИИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Индюхин А.А.

*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет».
induke705@mail.ru*

Для проведения массовых обследований детского населения целесообразно использовать специальные стандартизированные технологии. Большой опыт внедрения автоматизированных систем профилактических осмотров детей накоплен в Научно-исследовательском и конструкторско-технологическом институте биотехнических систем (НИКТИ БТС) СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Развитие современных медицинских технологий, в том числе в сфере первичного медицинского скрининга, ставит под сомнение целесообразность участия высококвалифицированных врачей-специалистов в медицинских осмотрах. В сложных экономических условиях важнейшим аргументом в пользу необходимости применения скрининговых систем является не только высокая медицинская эффективность, но и прямой экономический эффект [1].

Состояние здоровья подрастающего поколения между тем внушает серьезные опасения. Количество детей-инвалидов за период с 1990 по 2005 годы увеличилось со 150 тыс. до 1 млн. Немалую долю в этом числе составляют дети с неврологическими нарушениями - центральной нервной и сенсорных систем. Диагностика таких

нарушений опирается прежде всего на электрофизиологические и психофизиологические исследования – электроэнцефалографию (ЭЭГ), вызванные потенциалы (ВП), различные сенсомоторные реакции.

В разрабатываемой скрининговой диагностической системе (СДС) впервые для проведения всех указанных исследований используется единый методологический подход – *динамический анализ ЭЭГ*. Он заключается в непрерывном автоматическом слежении за доминирующим ритмом ЭЭГ. Для слежения за частотой сигнала ЭЭГ используется известный из радиотехники метод фазовой автоподстройки частоты, основанный на «опрокидывании» фазы сигнала при прохождении резонансной частоты полосового фильтра. Изменения фазы регистрируются фазовыми детекторами, выходные сигналы которых интегрируются и используются для управления резонансной частотой полосового фильтра.

Основные режимы работы СДС описаны ранее в [2], в настоящих тезисах предполагается отразить возникшие в процессе разработки уточнения схемы и электронной базы, более подробно осветить методику проектирования системы.

В качестве монитора решено было использовать цветной TFT индикатор от сотового телефона разрешением 320 на 240 точек. Возможен вариант использования двух таких индикаторов. Индикатор позволяет выводить изображение с частотой кадров до 10 в секунду. Пока выбран индикатор TFT8K1658. Применена схема, которая имеет 4 входных бита от процессора и при помощи сдвига за 4 такта формирует на входе индикатора 16 бит – именно такую разрядность имеет индикатор. Данная схема позволяет понизить скорость данных на входе индикатора до той, которую он способен воспринимать, а так же позволяет избавиться от программных циклов ожидания микропроцессора, поскольку он работает на частоте 100 мГц, а индикатор может принимать поток данных только на частоте до 15 мГц в режиме индикации.

В первом режиме работы системы происходит отображение регистрируемой ЭЭГ, слежение за доминирующим ритмом и выявление грубой патологии. Принято решение отображать каналы попарно-симметрично в виде фигуры Лиссажу. Это позволяет визуально оценить степень синхронности процессов в правом и левом полушарии. Патологические проявления и контактные артефакты хорошо заметны по нарушениям «плавности» кривой, резким искажениям формы.

Для выявления комплексов «острая – медленная волна» в структуру введен дополнительный «молчащий» фильтр, процесс настройки которого включается только при детектировании «острой» волны. От основного фильтра он отличается более высоким быстродействием и упрощенным фазовым детектором.

Во втором режиме реализуется предложенный в [3] способ диагностики неврологических нарушений методом расчета уровней и частот синхронизации. Это наиболее затратный с точки зрения времени процессора этап. Для сокращения времени работы предполагается начинать расчеты еще до времени окончания 60-секундного интервала регистрации ЭЭГ. При этом используются достаточно короткие отрезки зарегистрированной ЭЭГ длиной 5 – 10 секунд. Существенное сокращение времени обработки предполагается достигнуть благодаря обработке не

всех возможных сочетаний пар отведений (120 пар при 16 активных отведениях). По ограниченной выборке из 14 здоровых и 14 детей с минимальной мозговой дисфункцией получено 52 маркера – достоверных отличия по уровням и частотам синхронизации (оценка по точному методу Фишера, $p < 0,05$). При этом анализ необходимо проводить по 35 парам отведений.

Третий режим работы СДС связан с обработкой записей ЭЭГ для выделения когнитивной составляющей – мысленного проговаривания порядкового номера вспышки. Для повышения диагностической ценности режима поставлена дополнительная задача – выделить отклик зрительного анализатора на вспышку света. По смыслу это вызванный потенциал, так же как и упомянутый когнитивный ответ. Принципиальным отличием является лишь то, что выделяется именно одиночный отклик, без усреднения, как в классическом ВП.

Прототип разрабатываемой системы не обеспечивает регистрацию сенсорного отклика. Приведенный в [4, 5] переходный процесс настройки фильтра на частоту входного сигнала имеет характерную особенность: при настройке на частоту, меньшую начальной резонансной частоты, переходный процесс носит колебательный характер и затянут по времени.

Для обеспечения устойчивости работы такой системы существует методика определения параметров регулятора. Методика основана на том предположении, что фазовый сдвиг, вносимый фильтром в выходной сигнал по сравнению с входным, имеет не только установившееся значение, определяемое его фазовой частотной характеристикой, но и некоторый переходный процесс, который для случая малых расстройек между резонансной частотой и частотой входного сигнала носит апериодический характер. Инерционность его определяется постоянной времени, обратно пропорциональной половине полосы пропускания.

В математическую модель первого уровня приближения входят интегратор и коэффициент передачи фазового детектора. Полученная модель позволяет обеспечить устойчивость (запас по фазе) путём правильного выбора коэффициента передачи интегратора. Тем не менее, она не отражает тот факт, что переходный процесс в системе зависит от частоты входного сигнала. В связи с этим возникает задача разработки математической модели второго уровня приближения.

В ходе решения этой задачи разработана методика оценки фазового запаздывания фильтра в зависимости от частоты входного сигнала, как первый шаг к уточнению математической модели регулятора. Суть методики состоит в том, что запаздывание фильтра представляется в виде угла между радиусами-векторами входного и выходного сигналов, имеющими две координаты на некоторой комплексной плоскости. Первая координата – выходной сигнал первого канала (фильтра), вторая координата – выходной сигнал второго канала (фильтра), причем на первый фильтр подается синусоидальный сигнал, на вход второго – косинусоидальный. Фильтры полностью идентичны. Полученные переходные процессы по фазе [5] имеют интересную особенность: при частоте входного сигнала, меньшей резонансной, на первоначальном отрезке времени фазовое запаздывание имеет отрицательный знак. Это означает, что в системе регулирования резонансной

частоты возникает положительная обратная связь, что негативно сказывается на процессе настройки. В дальнейшем крутизна нарастания фазового сдвига происходит с гораздо большей скоростью, чем при настройке на высокие частоты.

Другой особенностью математической модели второго уровня приближения является учет запаздывания сигнала в фазовом детекторе. Здесь происходит преобразование сигнала в релейную форму, а информация содержится не в амплитуде сигнала, а в ширине импульса. Вследствие этого в зависимости от частоты входного сигнала происходит запаздывание сигнала управления на разные промежутки времени.

Анализ полученной модели показал, что выделение ранних компонентов откликов нервной системы возможно только после окончания переходного процесса. При этом в состав регулятора необходимо ввести дополнительный программный блок, который размыкает контур управления во избежание положительной обратной связи, а также прекращает настройку после окончания переходного процесса. Только при этих условиях возможна регистрация работы зрительного анализатора.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработка скрининговой диагностической системы для диспансеризации детского населения представляется актуальной задачей.

2. Методом динамического анализа ЭЭГ можно решить задачи выявления грубой патологии, признаков неврологических нарушений – зрения, слуха, минимальной мозговой дисфункции, определения единичных откликов нервной системы на вспышку света и простой сенсомоторной реакции.

3. Разработана методика расчета параметров диагностической системы и определена ее структура, обеспечивающая выполнение диагностических задач.

4. Определен основной круг радиоэлектронных и вычислительных элементов для аппаратурной реализации диагностической системы.

5. Продолжается накопление базы записей ЭЭГ детей с неврологическими нарушениями.

1. Пахарьков, Г.Н. Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы [Текст] / Г.Н. Пахарьков: Учеб. пособие. – СПб.: Политехника, 2011. – 232 с.

2. Индюхин, А.А. Состав и структура программного обеспечения диагностического комплекса [Текст] / А.А. Индюхин // Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и к науке о мозге. Тезисы трудов научной школы для молодежи. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – С. 244 – 248.

3. Коржук, Н.Л. Способ электроэнцефалографической диагностики неврологических нарушений [Текст] / Н.Л. Коржук, А.А. Индюхин, А.Ф. Индюхин, В.В. Савельев. // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск: «Медицинские информационные системы». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - № 8 (109). – С. 121 – 127.

4. Никаноров, Б.А. Математическое моделирование биотехнических систем [Текст] / Б.А. Никаноров, А.Ф. Индюхин: Учеб. пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 114 с.

5. Рогожникова, Е.О. Биотехническая система психофизиологической диагностики [Текст] / Е.О. Рогожникова, А.А. Индюхин // Биосовместимые материалы и покрытия. Сборник материалов Всероссийского конкурса научных работ бакалавров и магистрантов, проводимого в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры России» на 2009-2013 годы. Саратов, 15 – 30 ноября 2010 года. Саратов: Изд-во СГТУ, 2010. – С. 205 - 206.

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ОРГАНИЗАЦИИ РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В КОРКОВЫХ КОЛОНКАХ СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫС

Кириченко Е.Ю.

*НИИ нейрокибернетики им. А. Б. Когана ЮФУ,
lamimosa@inbox.ru*

В классических гипотезах ритмогенеза доминируют представления о ведущей роли подкорковых структур [1]. В настоящее время ведущими в развитии локальных ритмов корковых колонок рассматриваются не повторные залпы таламокортикальной синаптической активации, а эндогенные волны пейсмекерной активности, обусловленные потенциалзависимыми калиевыми, натриевыми и кальциевыми каналами [2]. Как показано при внутриклеточной и внеклеточной регистрации импульсной и фокальной активности, в начальной стадии развития локальных автономных ритмов в корковых структурах, в частности, веретенообразной активности колонок соматической коры крысы в зоне проекции вибрисс, импульсная активность нейронов нередко отсутствует вследствие доминирования процессов гиперполяризации. Эти данные свидетельствуют о незначительном вкладе процессов, опосредованных химическими синапсами, на ранних этапах формирования этого вида активности нейронов. В этой связи возникает вопрос относительно механизма синхронизации осцилляторной активности пейсмекерных H-каналов разных нейронов в начальной стадии веретена. По современным данным, важную роль в электротонической синхронизации H-каналов мембраны отдельных нейронов одной колонки, могут играть электрические синапсы, выявленные в локальных системах тормозных нейронов в разных отделах мозга млекопитающих, в том числе в соматосенсорной коре крыс [3]. Однако до настоящего времени структурные особенности и механизмы функционирования электрических синапсов, их распределение, количество и роль в

центральной нервной системе остаются мало изученными. В связи с этим, целью настоящей работы являлось электрофизиологическое исследование пространственно-временной организации фокальной веретенообразной активности различных модулей колонок соматической коры крыс и ультраструктурный количественный анализ синаптоархитектоники этих слоев.

В экспериментах было использовано 20 белых лабораторных крыс обоего пола, весом 150–200 г, которые содержались в виварии в стандартных лабораторных условиях при оптимальном температурном режиме и стандартном питании. При постановке экспериментов учитывались требования "Хельсинской декларации" Всемирной медицинской ассамблеи. Эксперименты проводились в условиях острого опыта на ненаркотизированных, обездвиженных миорелаксантом животных. Для отведения фокальной активности отдельных колонок использовали стеклянные микроэлектроды (вертикальные и горизонтальные склейки), заполненные 2,5 М раствором NaCl с сопротивлением 1-2 МОм и диаметром кончика 2-3 мкм. Колонки коры определяли по первичному ответу при отклонении соответствующей вибриссы, а также оценивали на слух нейронную активность, трансформированную в звуковые сигналы. Регистрация фоновой активности производилась через АЦП L-205 (LCard, Россия). В конце эксперимента крысам вводили нембутал в дозе 60 мг/кг и проводили транскардиальную перфузию головного мозга последовательно изотоническим раствором фосфатного буфера и раствором 4%-го параформальдегида (Sigma) на 0,1-молярном фосфатном буфере (pH 7,2–7,3). После окончания перфузии головной мозг извлекали и оставляли для дофиксации в растворе параформальдегида в холодильнике при температуре 40С. На вибраторе VT 1000E (Leica, Германия) на холоду изготавливали тангенциальные срезы толщиной 100 мкм для последующего исследования слоев колонки неокортекса. Далее из середины каждого среза выделялся небольшой участок ткани, который обрабатывали общепринятыми методами для светооптического и электронномикроскопического исследования. Для электронной микроскопии выделяли участки соответствующие разным слоям колонок. Ультратонкие срезы толщиной 50 нм изготавливали на ультрамикротоме Ultracut-E (Leica, Германия), контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца и просматривали в трансмиссионных электронных микроскопах EM-208 (Philips, Нидерланды) и Jem 1011 (Jeol, Япония). Для морфометрического анализа ультраструктуры электрических и химических синапсов с помощью цифровой камеры Erlangshen ES500W (Gatan, США, Канада) производился ввод и анализ изображений в графическом формате .tif - оптимальном для идентификации и измерения ультраструктуры синапсов. Морфометрию проводили с использованием лицензированных программ Qwin (Leica, Кембридж, Англия) и Application Suite (Leica, Швейцария). Запись электроннограмм производилась с увеличением $\times 80\,000$. Кадры вводились подряд. Результаты были получены в абсолютных единицах измерения – мкм и нм. Для статистической обработки использовали пакет программ Statistica for Windows 6.0.

В электрофизиологических экспериментах по отведению фокальной биоэлектрической активности были получены записи веретенообразной активности в

верхних (супрагранулярных), гранулярных и в нижних (инфрагранулярных) слоях колонки. Кроме того, наблюдалась импульсная активность нейронов этих же слоев. При отведении электрической активности из разных колонок горизонтальной склейкой микроэлектродов наблюдались отличия по форме, амплитуде и длине веретена даже в соседних колонках. При отведении электрической активности из разных слоев одной колонки вертикальной склейкой наблюдалась большая степень синхронизации активности. Причем в верхних слоях (супрагранулярном, гранулярном) амплитуда веретенообразной активности была более выражена, чем в нижних слоях (инфрагранулярный слой). Причиной установленных отличий может быть различное распределение по слоям Н-каналов гиперполяризации, а также различное количественное распределение электрических синаптических контактов в разных слоях корковых колонок. При электронномикроскопическом исследовании супра-, инфра- и гранулярного слоя (баррельной коры) соматической коры крыс, кроме большого числа типичных химических синапсов, были обнаружены электрические синапсы с характерной структурой щелевых контактов (gap junction). Это строго прямые плотные контакты между двумя мембранами тонких отростков, имеющих ультраструктуру дендритов. При больших увеличениях (более 50 000) зона контакта состоит из 7 слоев – две трехслойные мембраны и узкая щель между ними. Ширина синаптической щели составляет около 3 нм. Обе мембраны, формирующие электрический синапс, симметрично опущены электронноплотными скоплениями хлопьевидного материала. Строго прямая форма и электронноплотное опущение позволяют обнаружить щелевые контакты при меньших увеличениях. Как в гранулярном слое, так и в супра- и инфрагранулярных слоях отмечается близкое взаимное расположение химических и электрических синаптических контактов. Как правило, плазмалемма отростка, формирующего электрический синапс, контактирует с плазмалеммой шипика, формирующего химический синапс, то есть, с постсинаптической частью химического синапса. В некоторых случаях создается впечатление, что электрический синапс сформирован тем же постсинаптическим отростком дендрита, что и химический. Анализ последовательных полей зрения с увеличением 8900 для подсчета имеющихся в этих кадрах синапсов всех типов (как электрических, так и химических) показал, что количество электрических синапсов в супрагранулярном слое составляет 4,15%, в гранулярном - 7%, а в инфрагранулярном - 2,84% от общего числа синаптических контактов [4]. Выявленные в настоящем исследовании различных слоев корковой колонки электрические синаптические контакты имели характерную ультраструктуру, описанную для таких синапсов. Установлено, что во всех слоях электрические синапсы располагаются в непосредственной близости от химических (аксошипиковых). Зачастую удается установить наличие контакта между плазмалеммами отростков, участвующих в химической и электрической передаче сигнала, что может облегчать электротоническую регуляцию синхронизирующей активности. Данных о количественном соотношении и расположении электрических синапсов по слоям соматической коры в доступной нам литературе обнаружено не было. Установленные нами различия в пропорции электрических и химических

синаптических контактах в супра-, инфра и гранулярном слоях могут быть связаны с различной степенью участия электрических синапсов в синхронизации работы пейсмекерных H-каналов нейронов этих слоев, активируемых при гиперполяризации мембраны. В работах некоторых авторов сообщается о различном послойном распределении HCN генов, кодирующих пейсмекерные H-каналы в соматической коре и коре гиппокампа [5]. Причем, количество этих HCN генов в верхних модулях коры превышает их число в нижних. Если в верхних слоях корковых колонок количество кодируемых HCN генами калиевых каналов выше, следовательно, и число электрических синапсов, синхронизирующих активность этих каналов должно быть больше. Это предположение подтверждается полученными нами данными по подсчету электрических синапсов в супрагранулярном, гранулярном и инфрагранулярном слоях коры, а также нашими данными о более высокой амплитуде веретен в верхних модулях корковых колонок. Выявленное отличие в содержании электрических синапсов в супра- и инфрагранулярных слоях может зависеть от того, какие типы дендритов их образуют. В супрагранулярном слое электрические синапсы формируются на апикальных дендритах пирамидных нейронов, в инфрагранулярных их формируют только базальные дендриты. Это подтверждают полученные нами данные о том, что в инфрагранулярном слое соматической коры электрических синапсов в два раза меньше, чем в супрагранулярном и гранулярном слоях. Наибольшее количество электрических синаптических контактов обнаружено нами в гранулярном слое – 7%, по сравнению с 4,15% в супрагранулярном слое и 2,84 % в инфрагранулярном слое. Известно, что в четвертом слое сосредоточены звездчатые вставочные нейроны, дендриты которых, направляясь в полость барреля, переплетаясь, формируют большое количество синаптических связей, в том числе и электрических, что подтверждается результатами и наших исследований. Через вертикальные аксонные коллатерали звездчатые нейроны посылают проекции в верхние и нижние слои собственной колонки, обеспечивая передачу возбуждения к малым пирамидным и большим пирамидным нейронам III и V слоев коры, что может обеспечивать более высокую степень синхронизации осцилляторной активности внутри отдельных колонок, чем между соседними колонками. Наличие электрических дендро-дендритических синапсов у нейронов колонок соматической коры крыс, выявленное в нашем исследовании, согласуется с результатами ряда других авторов, выполненных преимущественно на переживающих срезах [3]. В этих работах было установлено наличие электротонической связи между нейронами за счет электрических синапсов, что позволяет предполагать их участие в синхронизации ритмической активности корковых нейронов, которая, однако, отсутствует при работе со срезами коры.

1. Andersen P., Eccles J. C. Inhibitory phasing of neuronal discharge// Nature.-1962.-V. 196.-P. 645-647

2. Santoro B., Shan C., Luthi A., Pavlidis P., Shumyatsky G., Tibbs G., Siegelbaum S. Molecular and functional heterogeneity of hyperpolarization-activated pacemaker

channels in the mouse CNS // The Journal of Neuroscience.-2000.- V.20, №14.- P. 5264–5275

3. Fukuda T., Kosaka T. Ultrastructural study of gap junctions between dendrites of parvalbumin-containing GABAergic neurons in various neocortical areas of the adult rat // Neuroscience.- 2003.-V. 120.- P. 5-20

4. Кириченко Е.Ю., Повилайтите П.Е., Сухов А.Г. Роль щелевых контактов в локальном ритмогенезе корковых колонок.// Морфология. – 2008. – Т. 133, № 1. – С. 31–34

5. Magee J. C. Dendritic hyperpolarization-activated currents modify the integrative properties of hippocampal CA1 pyramidal neurons // J. Neurosci. 1998. V. 18. P. 7613-7624

АЛГОРИТМ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ СЛУХА

Кириченко И.И.

*Южный федеральный университет Технологический институт в г. Таганроге
igork@fep.tti.sfedu.ru*

В основу большинства концепций построения систем диагностики слуха положены задачи автоматического анализа тональных аудиограмм с помощью различных программ оценок порогов слуха [1]. Рассматриваемый алгоритм статистического анализа данных для диагностики нарушений слуха основан на классификации аудиограмм по количественным и качественным признакам. Модуль классификации и анализа аудиограмм выполняет следующие функции: выбор аудиограмм из базы данных по виду соответствия норме, указанной в базе критериев оценки; анализ тональной аудиограммы воздушной проводимости (ВП) и костной проводимости (КП), определение костно-воздушного интервала (КВИ), определение вида конфигурации аудиограммы, определение статистических параметров произвольной аудиограммы в сравнении с данными для нормального слуха. На рис. 1 показан алгоритм последовательности работы диагностического комплекса.

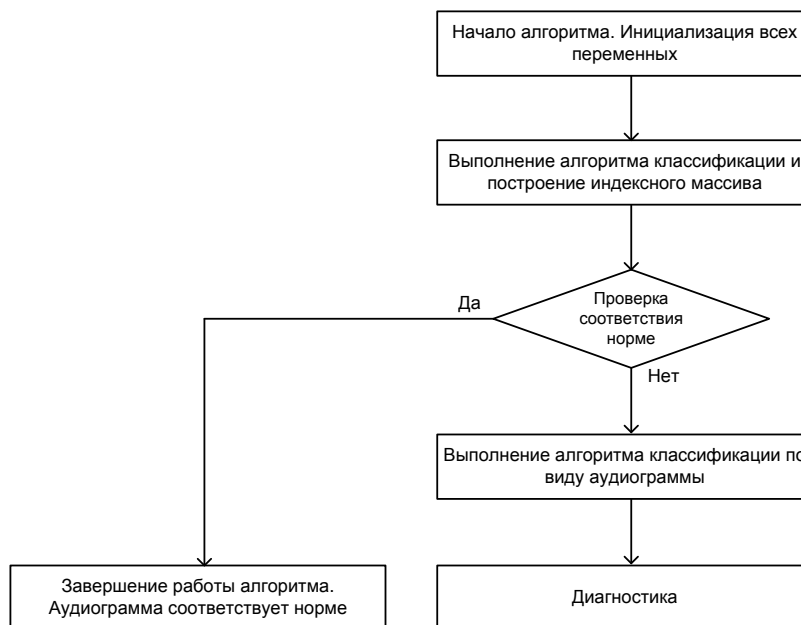


Рисунок 1 - Последовательность работы диагностического комплекса

Полученная информация представляет собой набор сведений о текущем исследовании: массивы значений КП, ВП и КВИ, вид конфигурации аудиограммы, ранговый массив, позволяющий количественно определить степень расхождения аудиограммы от нормы, а также значения коэффициентов корреляции и дисперсии. Алгоритм системы диагностики показан на рис. 2.

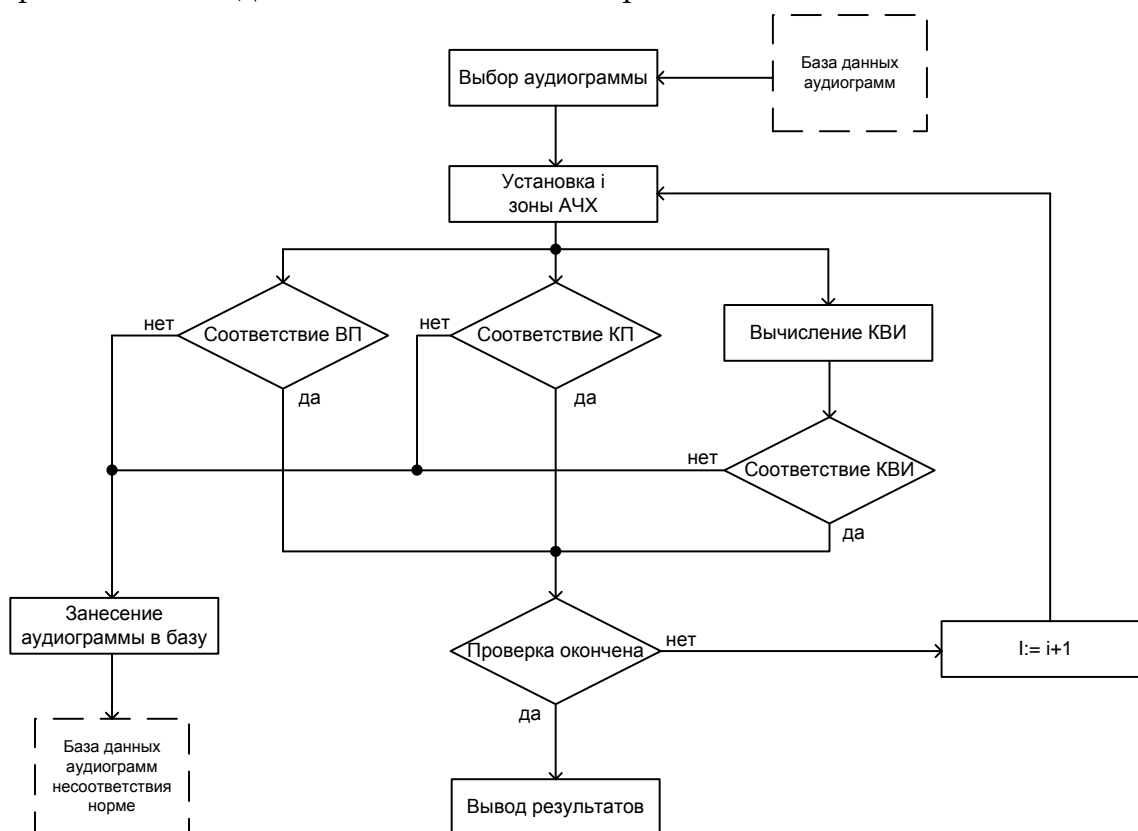


Рисунок 2 - Алгоритм системы диагностики

Созданные массивы данных КП, ВП и КВИ позволяют построить ранжированную аудиограмму, определить коэффициент ранговой корреляции.

Значения уровней для проверки соответствия норме поступают из банка данных оценочных критериев диагностики, и для каждого частотного диапазона могут быть различными. По данным созданных массивов КП, ВП и КВИ строится аудиограмма. Значения по осям определяют интервалы уровней и диапазоны частот. Соответствующим норме считается диапазон уровней 1. Базовый алгоритм ранжирования аудиограмм, реализующий методику нормирования, описанную в [3], показан на рис. 3.

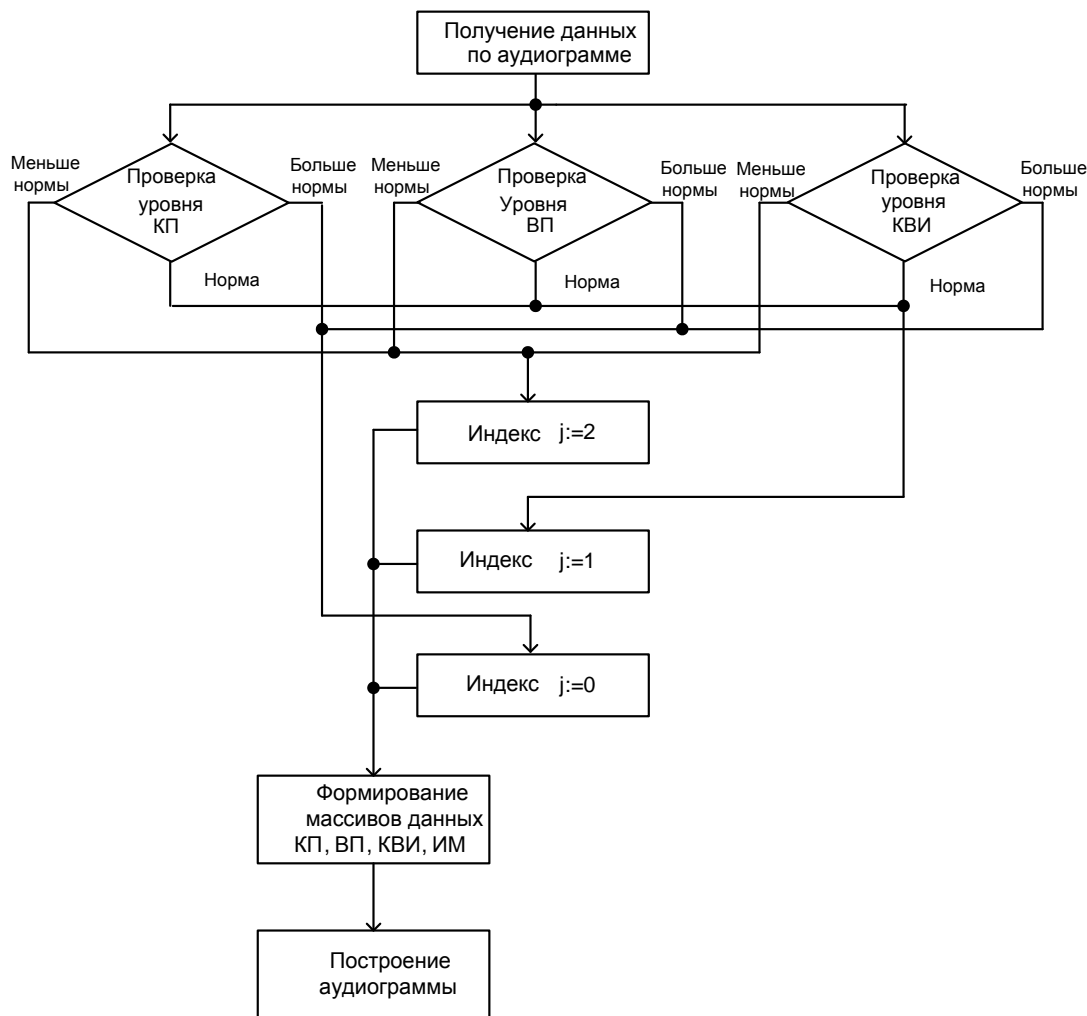


Рисунок 3 - Базовый алгоритм ранжирования аудиограмм

Дополнительным классификационным признаком аудиограммы, позволяющим качественно определить вид нарушения восприятия чистых тонов, является ее конфигурация, которая может иметь вид восходящей, нисходящей, выпуклой, вогнутой, горизонтальной и обрывистой кривой. Алгоритм статистического анализа аудиограмм можно дополнить массивом данных, позволяющих выполнить проверку по виду конфигурации аудиограммы [2]. Переменные X_{beg} , X_{end} , X_{max} и X_{min} содержат координаты точек частотного диапазона, определяющиеся значениями начального

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

уровня Y_{beg} , конечного уровня Y_{end} , значениями максимума Y_{max} и минимума аудиограммы Y_{min} . Переменная Delta определяется диапазоном изменения уровня аудиограммы в пределах полного частотного диапазона исследования системы слуха.

Обобщенный алгоритм классификации аудиограмм по конфигурации, реализующий методику классификации аудиограмм по типу конфигурации представлен на рис. 4.

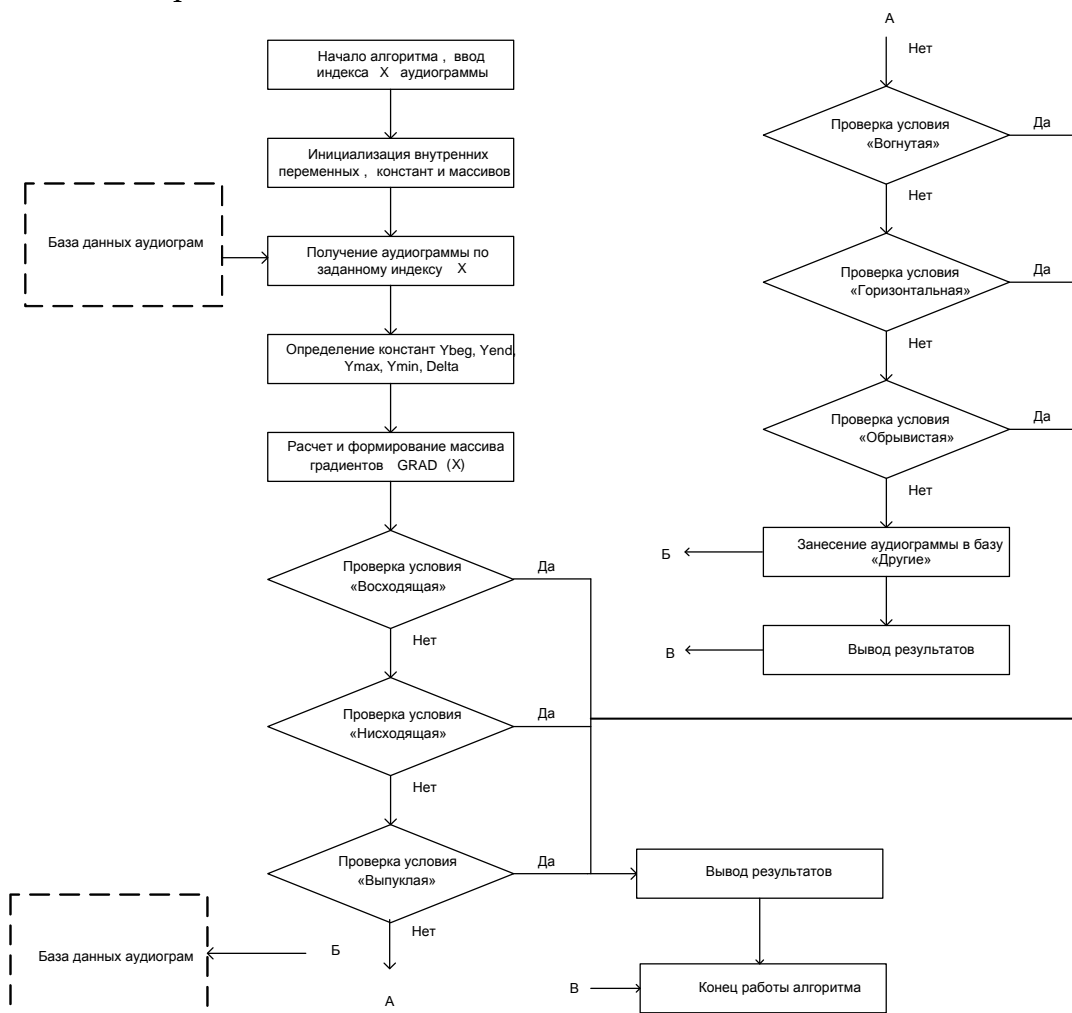


Рисунок 4 - Алгоритм классификации аудиограмм по конфигурации

Результат диагностики состояния слуха отображается на мониторе, а данные, не соответствующие нормальным значениям, передаются в базу данных несоответствия норме.

1.Бондаренко Р.П., Кириченко И.И. Биотехническая система компьютерного анализа данных аудиометрии аудиограмм // Известия ЮФУ. Технические науки.- Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ – 2009. – №7(96). – С. 29-34.

2.Бондаренко Р.П., Заграй Н.П., Кириченко И.И., Фирсова Т.Б. Метод определения конфигурации тональных аудиограмм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – №10(99). – С. 239–241.

З.Кириченко И.И., Черноморченко С.Г. Аппаратно-программный комплекс диагностики нарушений слуха // Сб. трудов Всероссийской научной школы для молодежи «Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и к науке о мозге».- Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ – 2010.– С. 199-201.

ОСОБЕННОСТИ ОСМОТРА СЦЕН ПРИ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ НАВИГАЦИИ В ВИРТУАЛЬНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ СРЕДЕ²

Петрушан М.В., Колтунова Т.И.

*НИИ Нейрокибернетики ЮФУ
t.koltunova@gmail.com; drn@bk.ru*

Регистрация движений глаз является одним из немногих способов изучения активности, связанной непосредственно с процессом зрительного восприятия. Большинство известных исследований в данной области связано с изучением механизмов осмотра двумерных изображений. Для таких задач существует большое число экспериментальных парадигм, количественно описаны результаты экспериментов [1]. При переходе к зрительному восприятию трехмерных объектов и трехмерных сцен возникает ряд принципиальных особенностей, связанных с неоднозначностью интерпретации плоских проекций изображений этих объектов при их восприятии человеком. При перемещении наблюдателя в среде возникает ряд взаимодополняющих зрительных задач, с каждой из которых могут быть связаны характерные паттерны глазных движений [2]. Так как совокупность решаемых в трехмерной среде задач влияет на движения глаз, можно ожидать принципиальных различий типов траекторий и других характеристик глазных движений при просмотре двумерных и трехмерных сцен.

Перспективная цель данного исследования - изучение особенностей движений глаз при активной и пассивной навигации в виртуальной трехмерной среде. В эксперименте создавались условия для возникновения навигационно-связанных паттернов глазных движений, как за счет объективных особенностей теста (высокая скорость поступательных и вращательных движений виртуальной камеры), так и за счет инструкций, согласно которым испытуемый должен как можно быстрее пройти полосу препятствий, обходя выступы.

Преимуществом модельной среды является точное определение параметров положения, ориентации и скорости движения наблюдателя в окружении, что было

² Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 11-01-00750а и РГНФ № 09-06-95218а/Ф, № 11-06-00704а

бы затруднительным в естественных условиях. Кроме того, интерес исследований поведения в виртуальной среде, выявление сходства и различия с реальным поведением, связан с популярностью использования виртуальных сред в различного рода тренажерах.

В данной статье описаны методические разработки и представлены первые результаты исследования параметров глазных движений при активной и пассивной навигации в трехмерной виртуальной среде в сравнении с осмотром двумерных изображений.

Методика.

В качестве экспериментальной платформы использовалась система видеорегистрации движений глаз SMI iViewX Hi-Speed 1250. Для синтеза и предъявления зрительных стимулов был разработан программный модуль, совместимый с комплексом iViewX, который дает возможность создавать текстурированные трехмерные объекты сложной формы в виртуальной среде. С помощью этого же программного модуля испытуемый клавишами управления курсором мог задавать тот или иной тип движения виртуальной камеры в среде.

Виртуальная среда представляет собой совокупность поверхностей, моделирующих реальные объекты. Элементы среды представлены набором текстурированных плоскостей. На опорной горизонтальной поверхности расположена область препятствий, состоящая из 21 вертикально ориентированного объекта. При расстоянии 80 см от испытуемого до экрана и размерах стимуляционного монитора 375x300 мм, максимальная скорость движения элементов виртуальной сцены относительно глаз испытуемого составляла 23°/сек.

В тестах навигации в 3D виртуальной среде участвовали пять испытуемых в возрасте от 20 до 28 лет с нормальным зрением. Размеры монитора составляли 26° поля зрения по горизонтали и 20° - по вертикали, разрешение – 1280x1024 пикселей. Перед тестами основной серии испытуемые выполняли серию обучающих экспериментов с необходимыми инструкциями. В большинстве случаев длительность эксперимента не превышала 2 минут. Тест заканчивался, когда испытуемый полностью проходил полосу препятствий в тестах активного осмотра, или осматривал ее при движении по навязанной траектории.

Активный навигационный эксперимент. Испытуемый перемещался в трехмерной среде, огибая препятствия. При этом ему давалась инструкция как можно быстрее пройти область препятствий, не столкнувшись с колоннами. Испытуемый имел возможность с помощью клавиш управления выполнять два вида движений: поступательное перемещение вперед с постоянной скоростью; повороты направо или налево с постоянной угловой скоростью.

Пассивный навигационный эксперимент. При пассивной навигации алгоритм перемещений задавался автоматически, и задача испытуемого состояла только в осмотре динамических сцен. Испытуемому для осмотра предъявлялась та же среда, но движения камеры определялись не данным испытуемым, а повторяли траекторию ее смещений в активном навигационном эксперименте другого человека.

При анализе данных регистрации движений глаз для детектирования саккад и фиксаций использовался порог скорости 70°/с. После смещений камеры в виртуальной 3D среде возникали также медленные (менее 40°/с) движения глаз, параметры которых близки к следящим (СД) движениям [3]. Для сравнения параметров движений глаз при просмотре двумерных сцен и трехмерной среды в процессе перемещения в ней с теми же испытуемыми была проведена серия тестов по осмотру 2D изображений.

Результаты

Характеристика глазных движений при активной и пассивной навигации в виртуальной трехмерной среде.

Наряду с фиксациями и саккадами в траекториях осмотра виртуальной 3D среды наблюдались СД, возникающие в результате смещений виртуальной камеры – точки обзора среды испытуемым. Количество СД в тестах активной навигации составляло 67% (n=82), а в тестах пассивной навигации – 55% (n=57) от общего количества фиксаций и СД ($p \leq 0,05$). Среди СД, которые могут соответствовать слежению за объектами или неоднородностями в поле зрения при поступательном и вращательном движении в среде, преобладали горизонтальные СД (50% в тестах активной навигации и 43% - пассивной) по сравнению с диагональными СД (17% и 12%, соответственно). Средняя длительность СД в навигационных тестах составила 452 ± 31 мс. При этом она имела тенденцию к увеличению в тестах активной навигации по сравнению с пассивной (479 ± 42 мс и 415 ± 43 мс, соответственно, $p \leq 0,15$).

В условиях активной и пассивной навигации в виртуальной 3D среде были проанализированы глазные движения, синхронизированные с поворотом виртуальной камеры. В большинстве случаев глазные движения, ассоциированные с поворотом камеры, формируют комплексы чередующихся быстрых и медленных событий; первые идентифицируются как саккады, вторые – как СД.

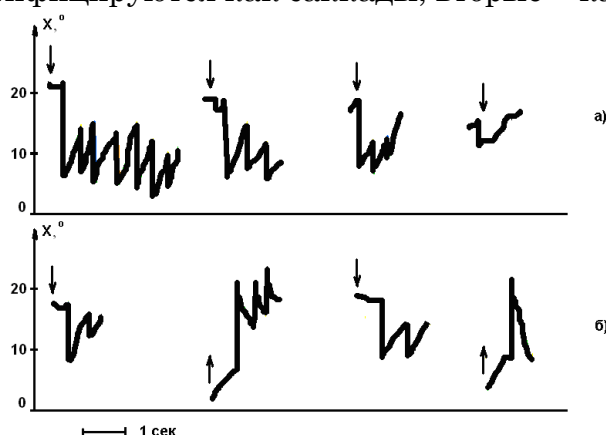


Рисунок 1. Примеры регистраций горизонтальной проекции глазных движений, синхронизированных с началом поворота виртуальной камеры, при: а) активном и б) пассивном повороте.

При активном повороте камеры испытуемым (рисунок 1а) саккады, ассоциированные с поворотом, могли возникать как после (с небольшой задержкой), так и до поворота камеры (в диапазоне от - 60 мс до +300 мс). Высокоамплитудные повороты камеры вызывают характерную пилообразную последовательность СД и возвращающих саккад, которые, как правило, имеют меньшую амплитуду, чем первая саккада в комплексе глазных движений (рисунок 1). Частые чередования поворотов камеры или низкоамплитудные повороты не сопровождались таким паттерном (рисунок 3а, крайний правый пример). В отличие от активного поворота камеры, при пассивном повороте (рисунок 1б) ассоциированные саккады наблюдались только после него (в диапазоне от +250 мс до +550 мс). Высокоамплитудные повороты сопровождались, как и при активном повороте камеры, пилообразными паттернами движений глаз.

Сравнение параметров глазных движений в условиях навигации в виртуальной 3D среде и при осмотре 2D изображений.

Обнаружено, что ряд параметров глазных движений существенно различается в тестах навигации в виртуальной 3D среде и при осмотре 2D изображений. Так, средняя амплитуда саккад была значимо (по критерию Стьюдента, $p \leq 0.01$) больше в навигационных тестах по сравнению с осмотром 2D изображений ($4.71 \pm 0.2^\circ$ и $3.3 \pm 0.1^\circ$, $n_1=279$ и $n_2=794$, соответственно). Кроме того, длительность фиксаций взгляда была значимо меньше в условиях навигации в виртуальной 3D среде по сравнению с тестами осмотра 2D изображений (278 ± 11 мс и 347 ± 18 мс, соответственно; ($n_1=87$ и $n_2=178$, $p \leq 0,05$).

Характерная особенность движений глаз в условиях навигации в виртуальной 3D среде – широкое распределение амплитуды и пиковой скорости саккад и невыраженность саккад с малой амплитудой.

Заключение.

Исследованы некоторые характеристики траекторий осмотра виртуальной трехмерной среды, связанные с решением навигационной задачи, в сравнении с аналогичными характеристиками осмотра двумерных изображений. Показано, что значения амплитуд и пиковых скоростей саккад при осмотре трехмерной среды движущимся в ней наблюдателем варьируются в более широком диапазоне, чем при осмотре двумерных изображений. Кроме того, при решении навигационной задачи появляются следящие компенсаторные движения, которые направлены в противоположную сторону относительно направления поворота виртуальной камеры, и согласованные движения, сонаправленные с поворотами камеры. Такие согласованные движения, по-видимому, связанные с решением навигационной задачи, исследовались дополнительно в экспериментах активного (самостоятельного) и пассивного (навязанного) осмотра. Показано, что при активном осмотре согласованные движения глаза могут предвращать поворот камеры (до 60 мс), при пассивном осмотре – следуют за поворотом с латентным периодом (250-550 мс). После синхронизированного с поворотом движения глаза возникает последовательность

следящих движений и возвращающих саккад (пилообразные паттерны глазных движений), которая является объектом дальнейших исследований.

1. P.J.A. Unema, S. Pannasch, M. Joos, B.M. Velichkovsky, Time course of information processing during scene perception: The relationship between saccade amplitude and fixation duration. //J Vis Cogn. №12 (2005), p.473-494.

2. J.M. Henderson. Human gaze control during real-world scene perception, // J Trends Cogn. Sci №7 (2003), p.498–504.

3. Т.М. Буякас, Ю.Б. Гиппенрейтер. О некоторых особенностях глазного слежения за самоуправляемой целью. Исследования зрительной деятельности человека. М., 1973.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГИСТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНЕЧНОГО МОЗГА КЛЕСТА-ЕЛОВИКА (LOXIA CURVIROSTRA) И СЕРОЙ ВОРОНЫ (CORVUS CORNIX)

Константинов В.Ю., Герасимов А.Е.

*ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический
университет им. И. Я. Яковлева», Чебоксары
Valckon@yandex.ru*

Развитие мозга привело к возникновению и прогрессивной эволюции рассудочной деятельности, которая дала большие преимущества в борьбе за экологическую сферу обитания между таксономическими группами животных [2]. Изучение когнитивных способностей птиц – это подход к анализу эволюционных истоков мышления, который позволяет выявить наиболее универсальные его свойства. Микро- и макроструктуры мозга птиц существенно отличаются от таковых у млекопитающих (отсутствие новой коры, преобладание цитоархитектоники ядерного типа, наличие нейро-глиальных комплексов) и до недавнего времени рассматривались как заведомо более примитивные.

Обозова Т. А. и др. [3] выявили, что клесты-еловики способны обучаться дифференцировке множеств по относительному признаку «больше». Клесты, обладающие малопластичным кормовым поведением, но относительно высоким полушарным индексом Портмана, способны к обобщению – одному из важнейших компонентов рассудочной деятельности. В свете вышесказанного изучение головного мозга клеста является актуальной задачей. Представляет интерес сравнение головного мозга клеста с головным мозгом серой вороны – птицы с высокоразвитой

рассудочной деятельностью. Цель исследования – сравнить плотность, площадь профильного поля и пространственное расположение нейронов разных типов, глиии и нейро-глиальных комплексов в конечном мозге клеста-еловика и вороны.

Материал и методы. Работа проводилась в течение 2010-2011 годов в научно-исследовательской лаборатории биотехнологии и экспериментальной биологии при ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева». Использовались конечный мозг 5 взрослых особей серой вороны (*Corvus cornix*) и 5 взрослых особей клеста-еловика (*Loxia curvirostra*). После декапитации мозг птиц извлекали из черепа и фиксировали в 70%-ном этаноле с последующей обработкой по стандартной методике Ниссля: заливка в парафин и окраска трансверзальных срезов толщиной 20 мкм крезил-виолетом. Для исследования цитоархитектоники брали каждый десятый срез. На микропрепаратах исследовали 7 основных зон конечного мозга птиц: Arcopallium (A), Globus pallidus (GP), Hyperpallium apicale (HA), Hyperpallium densocellulare (HD), Mesopallium (M), Nidopallium (N) и Striatum laterale (StL).

Микропрепараты фотографировались с помощью цифровой камеры «Canon Power Shot G5» с переходником «Carl Zeiss» и микроскопа «Микмед-2». Площадь контрольного поля равнялась $4,41 \times 10^{-2}$ мм². Фотографировалось 30 полей зрения для каждой зоны конечного мозга. Определяли следующие параметры: численная плотность (количество клеток в 1 мм² ткани), площадь профильного поля (ППП) и межклассовые расстояния глиии, нейронов, веретен, пирамид, звезд, нейро-глиальных комплексов (НГК), нейро-глиальных комплексов 1, 2 и 3 типа (НГК1, НГК2, НГК3). НГК1 состоят из 2-4 нейронных и глиальных клеток, НГК2 – из 5-10, НГК3 – более чем из 10. Все эти параметры находили при помощи разработанной нами компьютерной программы обработки фотографий гистологических препаратов. Определение нейронного состава конечного мозга птиц осуществлялось по классификации Воронова Л. Н. и др. [1]. Под межклассовым расстоянием мы понимаем минимальное расстояние между центрами тяжести всевозможных пар клеток соответствующих классов. С помощью разработанной нами компьютерной программы выделяли профили клеток по периметру. Программно определялись всевозможные расстояния между профилями клеток различных классов на конкретной фотографии и выбиралось наименьшее значение, которое затем усреднялось по фотографиям соответствующей зоны мозга. Расстояние между классами в пространстве оценивалось по найденной средней величине, исходя из основного стереологического соотношения [4]:

$$L = \frac{4}{\pi} L',$$

где L – среднее межклассовое расстояние в пространстве, L' – усредненное по фотографиям данной зоны мозга минимальное расстояние между всевозможными парами профилей клеток соответствующих классов.

Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента с помощью программного пакета «Statistica 6.0 for Windows». Все указанные ниже различия достоверны при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Плотность глии в зонах М, N и GP у ворона больше в 1,8; 1,6 и 1,1 раза, чем у клеста (табл.).

Таблица

Плотности и площади профильного поля глии, нейронов и нейро-глиальных комплексов в конечном мозге клеста-еловика и серой вороны
(в виде «среднее ± стандартное отклонение»)

Зона конечного мозга	Тип клеток	Плотность, клеток / мм ²		Площадь профильного поля, мкм ²	
		клест	ворона	клест	ворона
HA	глия	3986±333	4331±192	5,0±0,3	6,3±0,5
	нейроны	3968±246	2494±64	16,5±1,6	17,2±2,0
	комплексы	499±95	737±16	55,5±5,7	125,6±19,5
HD	глия	4043±286	4126±160	5,9±0,5	6,2±0,5
	нейроны	2898±141	2675±192	18,7±1,8	19,9±2,3
	комплексы	1032±88	918±112	77,6±6,4	123,3±19,6
M	глия	2732±253	4852±257	6,1±0,5	5,8±0,5
	нейроны	3300±92	2505±240	28,8±4,5	19,0±2,4
	комплексы	297±34	884±96	100,6±8,6	137,5±19,9
N	глия	3005±275	4875±289	5,4±0,5	5,3±0,5
	нейроны	2444±145	3016±83	24,0±2,4	17,6±2,1
	комплексы	130±24	1292±128	76,6±5,5	84,1±12,7
StL	глия	4265±223	4240±834	5,3±0,4	5,5±0,5
	нейроны	2458±93	2925±513	17,5±1,8	16,8±1,9
	комплексы	68±22	714±123	65,8±5,7	72,7±10,1
GP	глия	3401±401	3786±673	4,6±0,4	5,5±0,5
	нейроны	1914±154	1043±192	17,2±1,6	17,4±2,0
	комплексы	43±18	159±32	66,0±3,8	79,8±7,0
A	глия	3439±367	3050±593	5,2±0,4	5,5±0,5
	нейроны	3190±236	1360±144	19,3±1,8	20,3±2,3
	комплексы	741±54	794±32	73,9±6,9	129,8±18,1

Плотность нейронов в зонах A, GP, HA и M больше у клеста в 2,3; 1,8; 1,6 и 1,3 раза, а в зонах N и StL больше у вороны в 1,2 раза. Плотность комплексов в зонах StL, N, GP, M и HA у вороны больше в 10,5; 10; 3,7; 3 и 1,5 раза, чем у клеста. Плотность веретен в зонах N, StL, HD и M больше у вороны в 2; 1,6; 1,2 и 1,2 раза, а в зонах GP, A и HA больше у клеста в 3,9; 1,7 и 1,4 раза. Плотность пирамид в зонах A, HA, GP, M и HD у клеста больше, чем у вороны, в 2,8; 1,7; 1,7; 1,4 и 1,3 раза. Плотность звезд в зонах A, HA и M больше у клеста в 1,8; 1,4 и 1,3 раза, а в зонах StL, N и HD больше у вороны в 1,6; 1,5 и 1,2 раза. Плотность НГК1 в зонах StL, N, GP и M больше у вороны в 10,4; 9,3; 3,4 и 2,1 раза, а в зонах A и HA больше у клеста

в 1,4 и 1,3 раза. Плотность НГК2 в зонах N, StL, M, HA и A больше у вороны в 15,1; 11,3; 7,6; 6,3 и 3,2 раза, а в зоне HD больше у клеста в 1,6 раза. В зоне GP клеста комплексов НГК2 не обнаружено. Комплексы НГК3 встречаются только у вороны, причем в зонах HA, HD и M.

ППП глии в зонах HA и GP у вороны больше, чем у клеста (в 1,3 и 1,2 раза). ППП нейронов в зоне M и зоне N больше у клеста в 1,5 и 1,4 раза. ППП комплексов у вороны во всех зонах больше, чем у клеста (особенно в зонах HA – в 2,3 раза; A – 1,8; HD - 1,6). ППП веретен в зонах M и N больше у клеста, а в зоне A больше у вороны. ППП пирамид в поле M и поле N больше у клеста в 1,5 и 1,3 раза, а в поле HD больше у вороны. ППП звезд в полях M, N и StL у клеста больше, чем у вороны, в 1,5; 1,4 и 1,2 раза. ППП НГК1 в зонах HA, A, HD и GP больше у вороны в 1,5; 1,4; 1,2 и 1,2 раза. ППП НГК2 у вороны во всех зонах больше, чем у клеста (HD – в 1,9 раза; HA – 1,8; A – 1,5; N – 1,4; StL – 1,2; M – 1,2). НГК3 с самой большой ППП характерны для зоны M вороны.

В зоне HA межклассовые расстояния «комплексы-глия» и «пирамиды-веретена» у клеста меньше, чем у вороны, а расстояния «комплексы-веретена» и «звезды-веретена» больше. В зоне HD межклассовые расстояния «комплексы-глия», «комплексы-пирамиды» и «пирамиды-веретена» у клеста меньше, чем у вороны, а расстояния «звезды-веретена» и «веретена-глия» больше. В зоне M межклассовые расстояния комплексов меньше у вороны. Межклассовые расстояния «звезды-глия», «пирамиды-глия» и «веретена-глия» меньше у вороны, а расстояния «звезды-веретена» и «пирамиды-веретена» меньше у клеста. В зоне N межклассовые расстояния комплексов, глии, веретеновидных, пирамидных и звездчатых нейронов у вороны меньше, чем у клеста.

В зоне StL межклассовые расстояния комплексов, веретен, «пирамиды-глия» у вороны меньше, чем у клеста. В зоне GP межклассовые расстояния комплексов меньше у вороны, а межклассовые расстояния «звезды-глия», «звезды-веретена», «пирамиды-глия» и «пирамиды-веретена» меньше у клеста. В зоне A межклассовые расстояния глии и нейронов всех типов у клеста меньше, чем у вороны (за исключением расстояния «звезды-комплексы», которое меньше у вороны).

Межклассовое расстояние с увеличением плотности каждого из классов клеток уменьшается. При равномерном распределении клеток двух классов межклассовое расстояние должно быть обратно пропорционально корню четвертой степени из произведения плотностей клеток этих классов. По нашим данным такой зависимости не наблюдается, значит, клетки в конечном мозге изученных птиц распределены неравномерно.

Резюме. В конечном мозге клеста-еловика по сравнению с серой вороной численная плотность нейро-глиальных комплексов меньше, а плотность нейронов в большинстве зон мозга больше. Площадь профильного поля комплексов клеста во всех зонах меньше, чем у вороны. Комплексы, состоящие более чем из 10 нейронов и глии, встречаются у вороны и отсутствуют у клеста. Высокая рассудочная деятельность вороны объясняется значительной площадью профильного поля и плотностью комплексов. Большая плотность нейронов в конечном мозге клеста

положительно влияет на его способность к обобщению. Так как серая ворона превосходит клеста-еловика по рассудочной деятельности, следовательно, нейроглиальные комплексы обеспечивают более сложное поведение, чем одиночные нейроны. Клетки разных классов в конечном мозге вороны и клеста расположены неравномерно, и величину отклонения от равномерного распределения характеризует межклассовое расстояние.

1. Воронов Л. Н. К проблеме классификации нейронов стриатума конечного мозга птиц / Л. Н. Воронов, В. В. Алексеев // Журнал высшей нервной деятельности. – 2001. - № 51 (4). – С. 477-483.

2. Крушинский Л. В. Биологические основы рассудочной деятельности / Л. В. Крушинский. - М.: Изд-во МГУ, 1977. – 270 с.

3. Обозова Т. А. Клесты-еловики (*Loxia curvirostra*) способны к обобщению признака «больше» / Т. А. Обозова, А. А. Смирнова, Э. А. Зорина // Журнал высшей нервной деятельности. – 2009. - № 59 (3). - С. 305-312.

4. Baddeley A. Stereology for Statisticians / A. Baddeley, E. B. Vedel Jensen. – Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2005. – 380 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОВЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Коровина О.С.

*Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Lalka17@mail.ru*

Механизм слухового ощущения обуславливается деятельностью слухового анализатора. Периферическая часть анализатора включает наружное, среднее и внутреннее ухо. Ушная раковина преобразует поступающий извне акустический сигнал, отражая и направляя в наружный слуховой проход звуковые волны. В наружном слуховом проходе, выступающем в роли резонатора, изменяются свойства акустического сигнала — увеличивается интенсивность тонов частотой 2—3 кГц. Наиболее значительное преобразование звуков происходит в среднем ухе. Здесь вследствие разницы площади барабанной перепонки и основания стремени, а также благодаря рычажному механизму слуховых косточек и работе мышц барабанной полости значительно нарастает интенсивность проводимого звука при уменьшении его амплитуды. Система среднего уха обеспечивает переход колебаний барабанной перепонки на жидкие среды внутреннего уха — перилимфу и эндолимфу. При этом нивелируется в той или иной степени (в зависимости от частоты звука) акустическое

сопротивление воздуха, в котором распространяется звуковая волна, и жидкостей внутреннего уха. Преобразованные волны воспринимаются рецепторными клетками, расположенными на базилярной пластинке (мембране) улитки, которая колеблется на различных участках, довольно строго соответствующих частоте возбуждающей ее звуковой волны. Возникающее возбуждение в определенных группах рецепторных клеток распространяется по волокнам слухового нерва в ядра ствола мозга, подкорковые центры, расположенные в среднем мозге, достигая слуховой зоны коры, локализуемой в височных долях, где и формируется слуховое ощущение. При этом в результате перекреста проводящих путей звуковой сигнал и из правого, и из левого уха попадает одновременно в оба полушария головного мозга.

В настоящее время остро встает проблема потери слуха у людей, снижения способности органом слуха воспринимать звуки. Это обусловлено рядом причин, в том числе с нарушениями в пути прохождения звукового сигнала в головной мозг человека. Поэтому проблема объективной диагностики слуха является актуальной.

Целью работы являлось разработка методики объективной оценки порога слышимости при помощи звуковых вызванных потенциалов.

Задачи: выявить характерные изменения на электроэнцефалограмме, связанные с звуковой стимуляцией на разных частотах.

Исходные данные и методы

Самым простым способом оценки слуха является проверка с помощью шепота и громкой речи. Для этого не требуется никакого оборудования, достаточно помещения длиной около 7 м.

Пациент становится на расстоянии 6 м от проверяющего, поворачивается к нему одним ухом, другое закрывает пальцем. Слух в норме, если пациент слышит и повторяет все слова, звучащие шепотом на расстоянии 6 м, лучше всего произносить числа: 99,88,76,54,47,32,29, 11,7.

Если пациент не слышит, проверяющий уменьшает расстояние до тех пор, пока пациент не повторит прозвучавшие числа. Если же пациент не слышит шепота даже на близком расстоянии, для дальнейшей проверки используется разговорная речь. Для такой проверки непроверяемое ухо изолируют с помощью специальной трещотки.

Другие методы исследования слуха более сложные и требуют не только определенных умений, но и соответствующей техники. Основным методом исследования слуха, проводимым в отоларингологических и аудиологических кабинетах, является аудиометрическое исследование, результат которого представляется в форме графика на аудиограмме. Аудиометрические кривые указывают на дефекты слуха у каждого из передаваемых тонов, что выражается в децибелах. Аудиометрическое исследование позволяет дать количественную и качественную оценку нарушениям слуха, делает возможным также определение состояния органа слуха.

Важное значение имеет и так называемая объективная аудиометрия, включающая два метода исследования.

Один из них, заключается в регистрации с поверхности головы (в теменной области) электрических потенциалов в ответ на различные акустические стимулы (от коротких щелчков, еще не имеющих окраски тона, до тональных минимальной длительности воздействий). Ответ, вызванный коротким акустическим импульсом, характеризует деятельность стволовых образований слухового анализатора.

Другой метод основан на регистрации электрического потенциала, получаемого при длительном акустическом воздействии. Он позволяет судить о состоянии слуховых зон коры головного мозга. Основным параметром служит латентный период — от момента воздействия звукового стимула до возникновения того или иного компонента ответной реакции, который может быть коротколатентным, длиннолатентным и среднелатентным и характеризует функциональное состояние того или иного участка слухового анализатора.

С помощью вызванных электрических потенциалов можно также обследовать состояние слуха у развивающегося плода. Метод вызванных потенциалов важен для дифференцирования таких форм тугоухости, которые не выявляются обычными конвенциональными (субъективными) методами; при этом, однако, следует учитывать, что в ряде случаев электрический потенциал может возникнуть и у лиц с резко выраженной тугоухостью и полной глухотой.

Методика проводимого исследования:

- 1) Присоединение электродов к пациенту в область головного мозга.
- 2) Присоединение наушников, через которые будут подаваться звуковые стимулы определенной частоты и интенсивности.
- 3) Подключение к аппарату для регистрации вызванных потенциалов (например, Нейро-МВП-4)
- 4) Регистрация фоновой ЭЭГ.
- 5) Подача звуковых импульсов с периодом следования 29,1сек.
- 6) Регистрация ЭЭГ при подаче звукового стимула.
- 7) Запись данных в файл и анализ полученных результатов.
- 9) Выдача заключения врача - сурдолога о слуховом восприятии человека звуков.

В данной работе был использован вышеприведённый метод регистрации слуховых вызванных потенциалов, так как он позволит в будущем произвести усовершенствование методов автоматизированной оценки слуха. Экспериментальные исследования ведутся на базе Владимирской областной клинической больницы.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭВОЛЮЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Коханов В.С.

*НИИ Нейрокибернетики им. А.Б.Когана Южный Федеральный Университет
LASKA56@yandex.ru*

Размножение организмов неизбежно приводит к исчерпанию ресурсов, за счет которых существует популяция. Скорость адаптации выживающих организмов должна превышать скорость исчерпания ресурса, и - увеличивается по отношению ко времени жизни особи, при сравнении организмов на различных эволюционных ступенях. Одной из основных адаптивных стратегий является экономия ресурса, что позволяет увеличить численность популяции и повышает вероятность выживания за счет спонтанного мутагенеза. Организмы, не получившие прогрессивных мутаций – вымирают, и из популяций получается Канторова пыль [2] с поправкой на то, что численность в вариационных рядах (длина оставшихся отрезков) возрастает за счет размножения, с разной скоростью. Половой процесс и кроссинговер подвергает геномы особей отображению пекаря [2] и способствует более быстрому накоплению прогрессивных мутантов в популяции. Чтобы не запутываться при мейозе, деконденсированные хромосомы эукариот располагаются в виде трехмерной кривой Гильберта [5]. Адгезия клеток в результате взаимодействия мембран определяет форму организма, и позволяет наблюдать дендроиды ещё у прокариот (актиномицеты и цианеи), но фракталы имеют предопределенное самоподобие, а потому обнаруженной разнице в размерности фракталов в геометрии мембраны у нормальных и раковых клетках [4] удивляться – не следует. Создатели фильма «Парк Юрского периода» использовали алгоритмы формирования фракталов, для экономии места на носителе информации, если Природа использует тот же способ для упаковки морфогенетических файлов при записи их на ДНК, то самоподобие в живой природе – неизбежно. А потому такие категории как организм, сообщество, государство, стая, раковая опухоль – не поэтические аллегории, а – математически ожидаемые самоорганизующиеся структуры.

Однако, с окружающей средой взаимодействует в первую очередь мембрана, а изменения в ДНК значимы для эволюциониста лишь тогда, когда организм выжил и оставил плодовитое потомство, с этими изменениями в ДНК. Однако окружающая среда меняется, за счет эволюции других участников биоценоза, не предсказуемым образом. А потому - оказывается востребованной неспецифическая защитная реакция, поскольку для формирования специфического рецептора и адаптационного алгоритма ответа требуется время на мутационный процесс, а оно появляется - если организм оказался способным выжить.

Материальным субстратом для неспецифической защитной реакции может быть гликокаликс, а точнее – гель-золь переходы в нем, блокирующие диффузию и конвекционные потоки вблизи плазмолеммы. Фазовый гель-золь переход, характеризуется низкой энергоемкостью процесса, а изменение механических

свойств дает возможность для постепенного формирования энергоизбыточных структур, в отличие от энергетически необратимого конформационного изменения пептида, приона, например. Эти особенности гликокаликса устраняют недостатки гипотезы Радченко, о причинах псевдоспонтанных ПД. В отличие от структуры протеинов, детерминированной геномом, структура углеводов более изменчива, поскольку способна к гидролизу гликозидной связи под воздействием окружающей среда, а, следовательно – к появлению структур ранее не предусмотренных. Проявлением неспецифической защитной реакции может быть реакция сувойки на кармин, о существовании которого организм не подозревал на протяжении всего периода эволюции, или провоцирование ооцитов лягушки к партеногенезу, при поглаживании шелковой кисточки.

Первоначальное использование углеводов на плазмолемме могло маскировать детерминанты жертвы, богатые связанным азотом, что делает организм менее привлекательным для хищника. Сходный алгоритм защиты применяет и медуза корнерот, используя в структуре мезоглеи преимущественно углеводы. Это происходит потому, что связанный азот дефицитен в мире животных, из-за отсутствия механизмов азотфиксации, а поток поступления пищи, богатой таковым - истощился. Формирование животных началось с использования механизма фагоцитоза, а потому размер ротового отверстия определял, кто будет хищником. Защитная от хищничества адаптация – образование колониальных форм, на что одноклеточные хищники ответили – появлением сосущих форм, а бластулородные колонии типа вольвокса – гастрულიцей. Отметим, что у растений, избравших путь жертвы, использование алгоритмов формирования фракталов типа дендроидов оказалось эффективным, поскольку позволяло занимать больший объем, пусть и - с использованием дробной размерности.

Механические свойства оболочек показывают, что гастрულიция возможна и при отсутствии миоцитов, за счет падения онкотического давления внутри глобулы, а это возможно при коагуляции содержимого. Бластулородному хищническому организму выгодней будет, если коагуляция будет происходить обратимо и с малыми затратами энергии, а именно такими параметрами и обладают гель-золь переходы, и это могло найти свое продолжение при дальнейшем совершенствовании межклеточного матрикса. Маловероятно, что эволюция кишечноротовых пролегла через стадию губок, потому как - не понятно, куда делся оскулюм, как сформировалась миоэктодерма при наличии эндоскелета, почему у кишечноротовых отсутствует клеточная дифференцировка характерная для губок? С другой стороны, констракция клеток оболочки - неминуемо приведет к уменьшению локальной кривизны перехода эктодерма-энтодерма, и к ликвидации гастрულიной полости. Совершенствование управления циклами констракции-релаксации позволило перенести локомоторную функцию со жгутиков на миоэктодерму, а это позволило специализировать гастрულიную полость для депонирования пищевых ресурсов. Полипидные формы кишечноротовых выглядят более продвинутыми и специализированными в эволюционном плане, поскольку обладают скоординированным движением щупалец. Кроме того, сидячий

образ такого полипа как гидра, заставляет его совершать колебательные движения, для увеличения эффективного охотничьего объема, а это уже – циклы реверберации возбуждения, перед животным возникает задача – соотнести частоту колебаний тела с доступностью пищевого ресурса, что и заставляет полипа иногда - менять дислокацию, а более продвинутых - совершенствовать нервную систему.

Дальнейшее совершенствование нервной системы шло по пути локализации нервной ткани, что делало доступным взаимодействие нейронов не только - через синапсы, но и с использованием диффузионных полей нейротрансмиттеров[6]. Иногда, этот путь приводил к формированию синапсов различной эгричности, вследствие локализации действия нейротрансмиттеров, при избрании ранее проверенной эволюцией стратегии формирования нейронных сетей. При близком расположении нейронов активизация альтернативного алгоритма поведения происходила быстрее из-за действия нейротрансмиттера, а какой из альтернативных алгоритмов поведения активизировать определяла природа нейротрансмиттера, о чем свидетельствовала его секреция, сопряженная с электрофизиологической активностью при неэффективности первоначально избранного алгоритма. Это позволяло быстрее решать задачи и гасить очаги возбуждения в нейронной сети, вызванные биологически значимыми проблемами. Так дождевой червь может использовать двенадцать способов затаскивания листа в норку, придумать которые затруднительно и для человека. Следовательно, к биологически обусловленным нейронным сетям, возможно, придется добавить несколько слоев диаграммы Вороного и использовать нерегулярный пузырьковый компьютер [3], для большей биологической обусловленности и в целях обеспечения рекрутинга нейронных ансамблей различной конфигурации (как при программируемой архитектуре вычислительных кластеров).

Значимая модернизация нейронной системы, на пути от червя к человеку, произошла у ланцетника. Бесклеточная полость, с текущей по ней ликвором, существенно улучшает формирование условных рефлексов у хордовых. Внутримозговая полость появляется и у головоногих, что свидетельствует о функциональной востребованности морфологического образования, в то же время - и головоногие проявляют высокую способность к условнорефлекторной деятельности. Возможно, поток ликвора, у хордовых, выгодным образом меняет конфигурацию диффузионных полей нейротрансмиттеров в структуре нейронной сети, но проверить это возможно только при использовании микрохемосенсоров, при целенаправленном исследовании.

Очередная значимая модернизация произошла при формировании системы адаптивного иммунитета позвоночных. Наличие нейрональной и иммуноглобулиновой ветви у супериммуноглобулинового семейства генов [6] свидетельствует о хромосомной дупликации, приведшей к формированию системы адаптивного иммунитета. Наличие же гемато-энцефалического барьера указывает на возможность функционального конфликта между двумя ветвями супериммуноглобулинового семейства. Действительно, задача у иммунной системы – уничтожить то, к чему не сформирована толерантность; задача у нервной системы –

отобразить в своей структуре непредсказуемые особенности окружающей среды, для оценки их биологического значения. Отметим, что варибельность идиотипов у лимфоцитов накапливается до контактного взаимодействия с собственно антигеном, а следствием контактного взаимодействия является пролиферация соответствующего пула, и переключение константной части иммуноглобулиновой молекулы на другой класс. Этот механизм приемлем для осуществления импринтинговой функции в ЦНС, и делает мутационный процесс в глиоцитах и электрофизиологическую активность нейрона не связанными по временному фактору.

Заключение.

Пограничная роль гликокаликса у клетки делают актуальным исследование его структуры, и путей утилизации информации, которая может быть закодирована в структуре гликокаликса. Только на натриевом канале имеется 150 углеводных остатков, что означает огромное количество возможных вариантов (6 оптических мономеров * 6 реакционноспособных связей ** 150 остатков = 2,7885E+233), а кроме того – необходимо учитывать возможность взаимодействия карбогидратных компонент связанных с разными пептидными анкерами.

1. Л. И. Дроздова и др. Ресурсы и химический состав медузы корнерот. // Конференция: Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. [сайт] URL <http://konf-apobr.ru/index.php/sektion3/222-kornerot>
2. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. // Москва: Постмаркет, 2000г. 352стр.
3. [Andrew Adamatzky](http://arxiv.org/abs/1104.1707) at all Vesicle computers: Approximating Voronoi diagram on Voronoi automata URL <http://arxiv.org/abs/1104.1707>
4. [M. E. Dokukin](#), [N. V. Guz](#), [R. M. Gaikwad](#), [C. D. Woodworth](#), and [I. Sokolov](#) Phys. Rev. Lett. 107, 028101 (2011) Cell Surface as a Fractal: Normal and Cancerous Cervical Cells Demonstrate Different Fractal Behavior of Surface Adhesion Maps at the Nanoscale [сайт] URL <http://prl.aps.org/abstract/PRL/v107/i2/e028101>
6. Szabolcs Oláh, at all. Regulation of cortical microcircuits by unitary GABA-mediated volume transmission // Nature **461**, 1278-1281 (29 October 2009) [сайт] URL <http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7268/full/nature08503.html>
5. Anne Trafton at all A dimension for genome studies. October 9, 2009 // MIT News Office. [сайт] URL <http://web.mit.edu/newsoffice/2009/3d-genome.html>
7. Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes [сайт] > CAM Ligands > URL http://www.genome.jp/kegg-bin/get_htext?htext=ko04516.keg&filedir=%2Ffiles&extend=C1-171B25B30&close=B3
(Last updated: October 19, 2010)

АНАЛИЗАТОР КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Лавриненко М.Ю.

Тулский государственный университет

pbs.tula@rambler.ru

В настоящее время электроэнцефалография применяется для исследования функциональной активности мозга. Функциональная активность мозга, в свою очередь, зависит от состояния пациента и его деятельности в момент исследования, в том числе когнитивной. К когнитивным процессам относятся процессы восприятия, внимания, памяти, мышления. Такие процессы могут быть зарегистрированы на электроэнцефалограмме. Однако процессы восприятия и мышления не могут быть объективно проверены и оценены со стороны внешнего наблюдателя. Согласно классическим методам исследования, пациент должен сам фиксировать время появления ответной реакции на раздражитель словесно или нажатием на клавишу прибора. Это является отвлекающим фактором для пациента и вносит некоторые искажения в результат, и, следовательно, полученный результат уже не обладает нужной степенью объективности. В связи с этим актуальной задачей становится создание единого комплекса для регистрации, распознавания и исследования когнитивных процессов по электроэнцефалограмме.

Данный комплекс представляет собой совокупность аппаратной части, состоящей из стимулятора и электроэнцефалографа, и программной части. Зрительный (фото) стимулятор электроэнцефалографа отводится в сторону от пациента, чтобы не отвлекать его. Фотодиод располагается таким образом, чтобы улавливать сигналы от фотостимулятора. От фотодиода информация поступает на последовательный порт компьютера, на котором установлена программная часть комплекса. Стимулятор, управляемый программно, предъявляет пациенту некоторую визуальную информацию, являющуюся стимулом, посредством вывода её на экран. В качестве стимула может выступать различная информация: вербальная, цветовая, распознавание образов или направлений. Каждый вид стимула включает в себя два и более вариантов, сменяющих друг друга на экране. Смена происходит при появлении на последовательном порту сигнала от фотодиода, причем поскольку сигналы могут идти с большой частотой, учитываются не все сигналы, берется выборка каждого n -ого сигнала.

Далее происходит непосредственный анализ электроэнцефалограммы в режиме реального времени. Анализ начинается с выделения когнитивного процесса на электроэнцефалограмме. В основу способа регистрации положено существующее техническое решение[1], в котором с пациента при помощи системы электродов, усилителя и средства регистрации записывается сигнал фоновой биоэлектрической активности. Сигнал подаётся на сумматор и самонастраивающийся фильтр[2]. Исходными данными для настройки фильтра являются фазовые запаздывания выходного сигнала относительно входного сигнала фильтра. Это запаздывание

измеряется фазовым детектором. Разность двух сигналов (исходного и отфильтрованного) представляет собой низкоамплитудный процесс, соответствующий мыслительной деятельности пациента, реакции распознавания и принятия решения – когнитивный процесс. В этом процессе присутствует составляющая, соответствующая осознанию информации, предъявляемой пациенту на экране.

Выделенная таким образом составляющая когнитивного процесса сопоставляется с некоторым шаблонным сигналом, хранящимся в базе данных программы. В программе проводится корреляционный анализ между сигналом, снимаемым с пациента в реальном времени, и сигналом-шаблоном, записанным в базе. В том случае, если корреляция оказывается достаточно высокой, делается вывод о том, что пациент правильно воспринял предъявляемый ему стимул.

Проведенные эксперименты по предъявлению пациенту стимулов в виде цветовой информации показали, что по электроэнцефалограмме можно легко определить видимый пациентом цвет. Для этого отфильтрованную электроэнцефалограмму разделяют на интервалы смены цветов, затем их сравнивая кросскорреляционным методом. Было обнаружено, что интервал, относящийся к первому восприятию света, сильно отличается от остальных, поэтому в качестве опорных берется второй интервал, относящийся к восприятию красного цвета и второй интервал, относящийся к восприятию зеленого цвета.

В ходе экспериментов были обнаружены высокие (выше 75%) корреляции между опорным «красным» интервалом и последующими интервалами, относящимися к восприятию красного света (Рис. 1). При этом корреляции опорного «красного» интервала с интервалами, относящимися к восприятию зеленого света, имеют низкий уровень. Опорный интервал используется в диагностической части комплекса для определения моментов смены полей зрения.

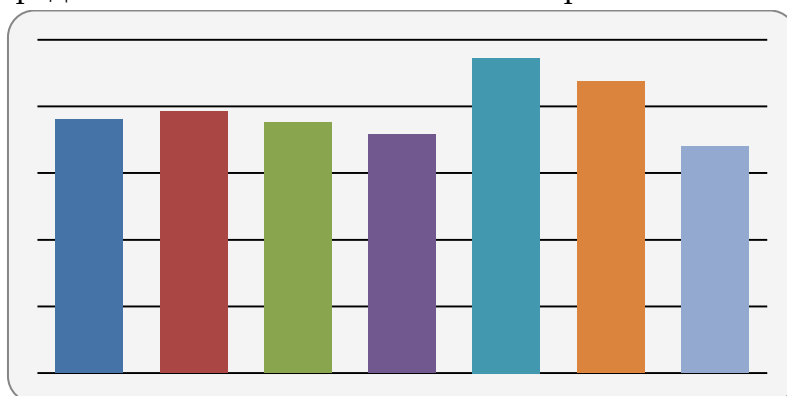


Рисунок 1. Корреляция между опорным ответом и ответами ЦНС на «красные» стимулы.

При этом область применения данного комплекса не ограничивается только лишь диагностическими целями. При условии создания базы данных, содержащей библиотеку некоторых простейших человеческих мыслей возможно создание биотехнической системы, в которой сам человек становится ключевым звеном в системе управления биотехнической системой. Примером такой системы может быть протез конечности, управляемый непосредственно из головы пациента. Такой

процесс управления осуществляется с помощью технологии вживлённых электродов, а человек управляет протезом с помощью простейших мыслей, таких как «быстрее», «вверх», «вправо», «стоп» и т.д.

Решение задачи регистрации и анализа когнитивных процессов, связанного с осознанием пациентом стимула, является важным шагом к объективной диагностике функционального состояния ЦНС. Следовательно, данный комплекс может получить широкое применение в медицине, технике и здравоохранении.

Таким образом, в данном проекте была решена задача разработки единого комплекса регистрации и анализа когнитивных процессов на базе готовых технических решений, представленных электроэнцефалографическим комплексом, с минимальными усовершенствованиями.

На текущем этапе комплекс проходит экспериментальную обработку, по результатам которой можно будет сделать более подробные выводы.

1. Жеребцова В.А., Соколов Э.М., Хадарцев А.А., Васильев В.П., Морозов В.И., Индюхин А.Ф. Способ диагностики длиннолатентного вызванного потенциала мозга и устройство для его осуществления Патент РФ № 2240036 от 20.11.2004

2. Хабарова М.Ю., Прудникова С.А., Жеребцова В.А., Индюхин А.Ф. Динамическая фильтрация сигнала ЭЭГ в исследовании когнитивных процессов // Медицинские приборы и технологии / Под ред. А.З Гусейнова и В.В. Савельева. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. – С. 105 – 108.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА В ПАКЕТЕ МАТЛАВ

Лащенко К.А.

*Южный федеральный университет Технологический институт в г. Таганроге
Laschenko8990@rambler.ru*

С использованием персональных компьютеров (ПК) медицинская техника перешла на принципиально новый уровень развития. Компьютер значительно расширяет возможности по отображению, обработке и анализу данных [1]. Несмотря на широкий спектр диагностического медицинского оборудования, ПК выполняет ряд определенных функций, характерных для любой диагностической системы медицинского назначения [2]. В данной работе рассмотрены методы обработки и

представлены результаты анализа электрокардиосигнала на основе алгоритма Пана – Томпкинса при помощи пакета MatLab.

На рис. 1 показан исходный электрокардиосигнал.

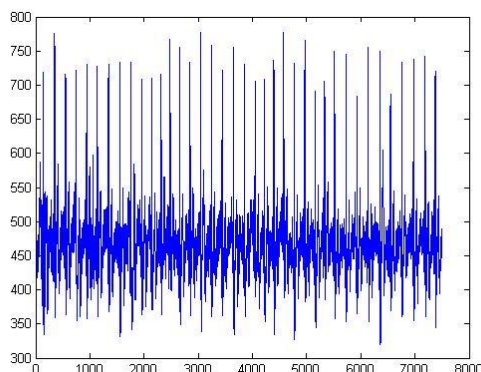


Рисунок 1 – Исходный электрокардиосигнал

Существуют большое разнообразие метрических методов анализа электрокардиосигнала: анализ амплитудных характеристик сигнала; анализ первой производной сигнала и ее экстремумов; эталонные формы; алгоритм Пана – Томпкинса [2].

Метод анализа амплитудных характеристик сигнала предполагает измерение амплитуд сигнала, их сравнения с заранее определенными пороговым значением и выявление R – зубцов и QRS – комплексов. Этот метод весьма чувствителен к шумам в записи ЭКГ, что и ограничило его применение в настоящее время. Одним из самых распространенных методов выявления QRS – комплексов является анализ первой производной и ее экстремумов. Это объясняется сравнительной простотой логики алгоритмов, вычислительной легкостью и физиологичностью подхода. Основным недостатком метода эталонных форм является то, что случайный выбор зашумленного эталона приводит к ошибкам при его сравнении с другими участками электрокардиосигнала [2].

На рис. 2 представлены результаты анализа электрокардиосигнала на основе алгоритма Пана – Томпкинса в пакете MatLab.

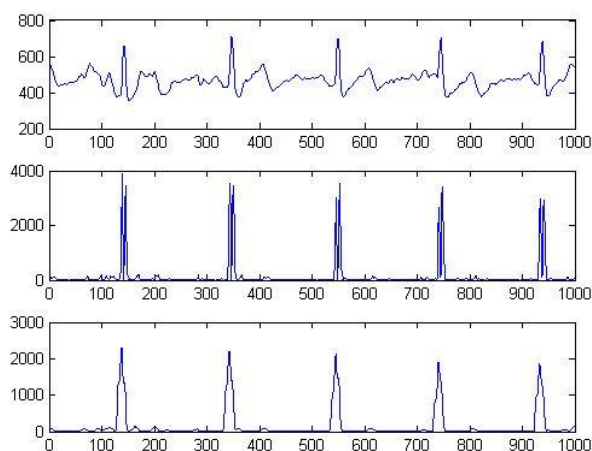


Рисунок 2 – Анализ ЭКГ на основе алгоритма Пана – Томпкинса

Алгоритм Пана–Томпкинса обеспечивает вероятность обнаружения QRS–комплекса 99% и достаточно прост в реализации, что объясняет его широкое распространение для анализа электрокардиосигнала.

1. Орлов, В.Н. Руководство по электрокардиографии. [Текст] /В.Н. Орлов/ – М.: Медицина. – 1990. – 125с.

2. Рангайян, Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход [Текст] /Р.М. Рангайян/ Пер. с англ. Под ред. А.П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2007. – 440с.

ВИДЕООКУЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В НОРМЕ И ПРИ ЭКСТРАПИРАМИДНЫХ РАССТРОЙСТВАХ

**Литвинова А.С.¹, Богданов Р.Р.², Ратманова П.О.¹,
Напалков Д.А.¹**

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

*²Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени
М.Ф.Владимирского
litvinova@neurobiology.ru*

Саккады (быстрые скачкообразные движения глазных яблок) играют важную роль в зрительном восприятии. Рассматривая детали зрительных объектов, человек постоянно сканирует зрительное пространство с помощью саккад. В среднем за 1 секунду глаз совершает 2-3 саккады, разделяемые периодами фиксации на рассматриваемых объектах.

Большинство проводимых исследований посвящено изучению параметров произвольных, или зрительно-вызванных, саккад. Это связано с тем, что параметры саккад могут служить маркером изменений, происходящих в нервной системе в зависимости от многих факторов, в том числе при естественном старении [1], а также при двигательных расстройствах [2]. Кроме того, параметры саккад могут служить и эффективным критерием для дифференциальной диагностики схожих по начальным проявлениям заболеваний, таких как болезнь Паркинсона и эссенциальный тремор [3]. Однако остается невыясненным, как меняются параметры произвольных саккад (и сопряженные с этим процессы внимания и восприятия), совершаемых при рассматривании предметов в естественных условиях в зависимости от возраста и состояния здоровья человека. В связи с этим, целью

данной работы являлось выявление возрастных особенностей параметров произвольных глазодвигательных реакций у здоровых испытуемых, а также сопоставление этих параметров у пожилых испытуемых без неврологической симптоматики и у пациентов с болезнью Паркинсона и эссенциальным тремором.

В исследовании приняли участие 35 испытуемых: 16 испытуемых без неврологической симптоматики, 12 пациентов с диагнозом «идиопатический паркинсонизм» и 7 пациентов с диагнозом «эссенциальный тремор». Диагноз ставили в клинике неврологии МОНИКИ имени М.Ф.Владимирского. До проведения исследования пациенты не получали специфической лекарственной терапии. Исследование проводили в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и Всеобщей декларацией о биоэтике и правах человека. Протокол проведения исследования одобрен Этическим комитетом МОНИКИ имени М.Ф.Владимирского и Комиссией по биоэтике МГУ имени М.В.Ломоносова.

В группу испытуемых без неврологической симптоматики «Контроль 1» включили 9 человек в возрасте от 18 до 26 лет (средний возраст 22 ± 1 (SE)), а в группу «Контроль 2» – 7 человек в возрасте от 55 до 72 лет (средний возраст 66 ± 2 (SE)).

Пациенты с диагнозом «идиопатический паркинсонизм» в возрасте от 47 до 68 лет (средний возраст 56 ± 2 (SE)) составили группу «БП». Пациентов с диагнозом «эссенциальный тремор» в возрасте от 41 до 72 лет (средний возраст 52 ± 4 (SE)) включили в группу «ЭТ».

Для видеорегистрации движений глаз использовали высокоскоростную цифровую видеокамеру (FastVideo 250 В, ООО «НПО Астек», Россия, КМОП-матрица «LUPA-300» производства компании «Cypress Semiconductor Corporation» формата 1/2" с частотой сканирования до 250 кадров в секунду при разрешении 640x480), регистрирующую изображение в инфракрасном диапазоне.

Испытуемым на экране монитора в течение 20 секунд предъявляли изображения, составленные из черных точек: три точки, расположенные в ряд по горизонтали; три точки, расположенные в ряд по вертикали; три точки, расположенные в вершинах правильного треугольника; четыре точки, расположенные в вершинах правильного квадрата; шесть точек, расположенных в вершинах правильного шестиугольника. Каждое такое изображение предъявляли дважды: в первом случае точки были расположены друг относительно друга на расстоянии 6.7° , а во втором – на расстоянии 13.4° .

Испытуемых инструктировали как можно быстрее переводить взгляд с точки на точку. А при предъявлении изображений треугольника, квадрата и шестиугольника испытуемых просили переводить взгляд с точки на точку так, чтобы получилась соответствующая геометрическая фигура.

Анализировали следующие показатели: число произвольных движений глаза в секунду, среднюю длительность фиксации глаза и время инициации первой саккады. Число движений в секунду – отношение общего числа произвольных движений глаз, совершенных при рассматривании одного рисунка, к времени его предъявления (20 с). Средняя длительность фиксации – временной интервал между саккадами в мс, в течение которого глаз фиксировался на точках, составляющих

предъявляемые изображения. Время инициации первой саккады рассчитывали как время в мс от предъявления изображения до начала первого движения.

Гистограмма на рисунке 1 показывает, как изменяется число произвольных движений глаз в секунду в зависимости от предъявляемых изображений (расположены по оси X). В задании, в котором испытуемых просили произвольно переводить взгляд с точки на точку по горизонтали и вертикали максимальное число произвольных движений, совершенных за 1 секунду, снижается как с возрастом, так и при экстрапирамидных расстройствах. При рассматривании геометрических фигур, т.е. с усложнением формы объекта различия между молодыми и пожилыми испытуемыми без неврологической симптоматики нивелируются. При этом, число произвольных движений глаз у пациентов с БП и ЭТ меньше по сравнению со здоровыми пожилыми испытуемыми ($p < 0.05$, непараметрический критерий Манна-Уитни). Интересно, что число движений, совершенных за 1 секунду, не зависит от количества точек и расстояния между ними.

Согласно полученным данным, с возрастом у здоровых испытуемых незначительно увеличивается средняя длительность одной фиксации глаза (рис. 2), т.е. глаз дольше задерживается на зрительной цели, прежде чем совершить следующее движение. У пациентов обеих групп значение данного параметра больше, чем у здоровых пожилых людей. При этом, у пациентов с БП и ЭТ значения средней длительности фиксации глаза не различаются.

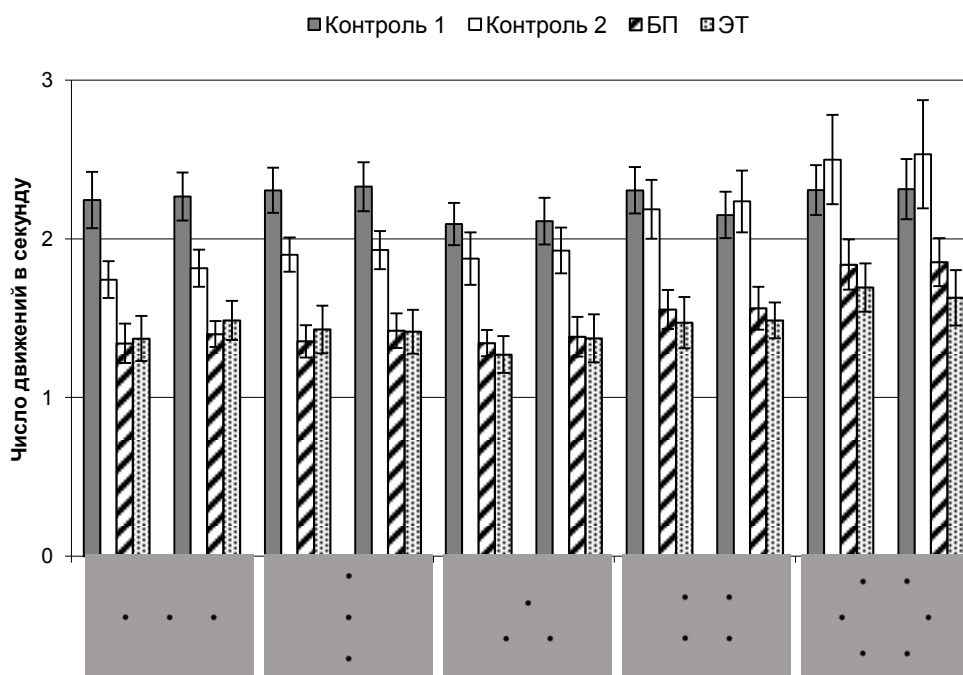


Рис. 1. Число произвольных движений глаз в секунду при рассматривании различных изображений (черные точки на сером фоне).

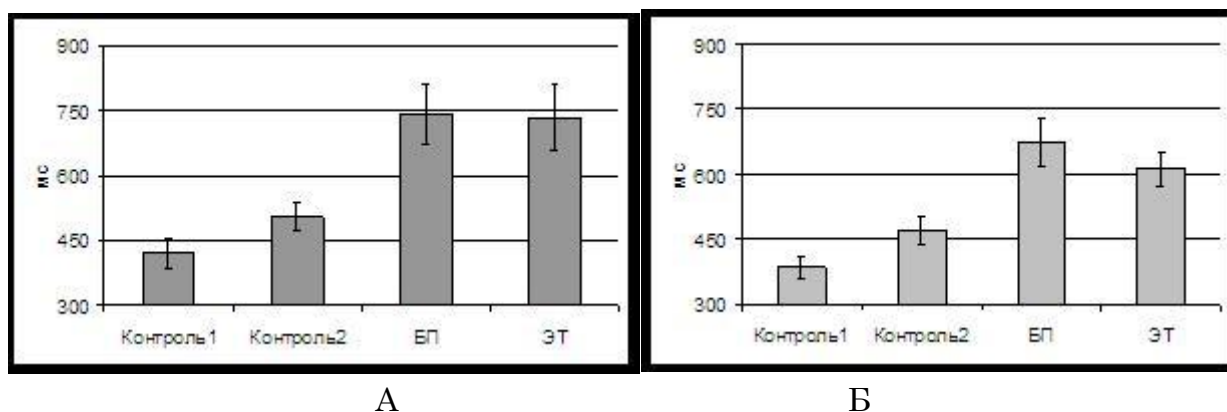


Рис. 2. Средняя длительность одной фиксации глаза при совершении горизонтальных (А) и вертикальных (Б) движений. * - $p < 0.05$, непараметрический критерий Манна-Уитни

Кроме того, при БП, по сравнению со здоровыми пожилыми людьми, резко возрастает время инициации первой глазодвигательной реакции (рис. 3), т.е. пациентам сложнее начать движение. В то же время у здоровых испытуемых этот показатель с возрастом меняется мало.

Таким образом, у пациентов с БП и ЭТ затруднен процесс инициации произвольного движения и увеличено время фиксации глаза на зрительном объекте, за счет чего и уменьшается число движений глаз за единицу времени. Кроме того, пациенты чаще, чем здоровые испытуемые совершают промежуточные фиксации, т.е. глаз достигает зрительной цели не за одну саккаду, а за несколько.

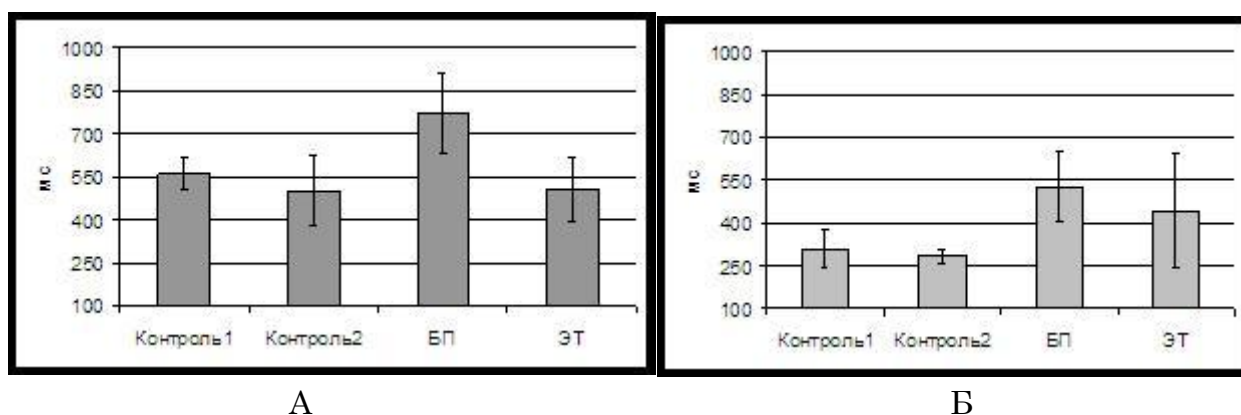


Рис. 3. Время инициации первой саккады для горизонтальных (А) и вертикальных (Б) движений глаз. * - $p < 0.05$, непараметрический критерий Манна-Уитни

Ранее нами было показано [3], что параметры зрительно-вызванных саккадических движений глаз при ЭТ не отличаются от параметров саккад у здоровых испытуемых. Тем не менее, произвольные саккады, согласно данным настоящего исследования, как при ЭТ, так и при БП, нарушаются. Что касается возрастных особенностей параметров произвольных движений глаз, то была выявлена некоторая тенденция к увеличению с возрастом времени фиксации глаза на деталях изображения. Однако здоровые пожилые испытуемые не испытывают

сложностей при инициации движения. Интересен тот факт, что молодые и пожилые испытуемые одинаково хорошо справляются с заданием при усложнении формы рассматриваемого объекта. Возможно, что в данном случае, по сравнению с рассматриванием простых изображений, в большей степени задействуется кора больших полушарий, что и приводит к сглаживанию возрастных отличий. Это соотносится с другими нашими данными, согласно которым, возрастные изменения параметров саккад не выражены в условиях зрительной стимуляции, способствующих большей активации коры больших полушарий и запуску длиннолатентных саккад.

1. Литвинова А. С., Ратманова П. О., Евина Е. И., Богданов Р. Р., Куницына А. Н., Напалков Д. А. Возрастные изменения параметров саккадических движений глаз в норме и при болезни Паркинсона // Физиология человека. 2011. № 2 (37). С. 40–47.

2. Blekher T., Weaver M., Rupp J., Nichols W.C., Huid S.L., Gray J., Yee R.D., Wojcieszek J., Foroud T. Multiple step pattern as a biomarker in Parkinson disease // Parkinsonism Relat. Disord. 2009. V. 15. N. 7. P. 506–510.

3. Патент на изобретение № 2407425 РФ, МПК А 61 В 3/113. Способ дифференциальной диагностики экстрапирамидных расстройств / Котов С.В., Турбина Л.Г., Богданов Р.Р., Куницына А.Н., Напалков Д.А., Ратманова П.О., Евина Е.И., Литвинова А.С., Шульговский В.В. № 2009130668/14; Заявлено 12.08.2009; Оpubл. 27.12.2010, Бюл. № 36, Приоритет 12.08.2009. 13 с.

РОЛЬ ГАМКА И ГАМКБ РЕЦЕПТОРОВ В ПРОЦЕССАХ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В КОЛОНКАХ СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЫ КРЫС

Матухно А.Е.

*Отдел организации нейронных сетей, НИИ Нейрокибернетики им. А.Б. Когана
ЮФУ
mae_work@mail.ru*

Нейрогенез компонентов вызванных потенциалов (ВП) остается одной из широко обсуждаемых проблем современной нейрофизиологии. ВП мозга состоят из первичных компонентов (ПК), обусловленных афферентным возбуждением, и вторичных компонентов (ВК), включая ритмичные разряды последствия (РРП), которые, по мнению многих авторов, имеют эндогенное происхождение. Ранее

полагалось, что РРП являются результатом процесса реверберации возбуждения со сложным взаимодействием возбуждающих и тормозных механизмов в системе корко-корковых и таламо-кортикальных путей [1, 2]. На современном этапе развития нейрофизиологических исследований ряд авторов полагает, что РРП обусловлены самостоятельной генерацией за счет локальной пейсмекерной активностью нейронов коры [3]. Пейсмекерные свойства нейронов обусловлены наличием в мембране клеток, так называемых h-каналов (катионных каналов, активирующихся на фазе гиперполяризации). Физиологические свойства этих каналов и механизмы развития эндогенных пейсмекерных осцилляций мембранного потенциала нейронов описаны во многих работах, например [4, 5]. С этой точки зрения особый интерес представляют знания о роли ГАМКА и ГАМКВ рецепторов, обуславливающих гиперполяризационные процессы в нейронных сетях, в формировании РРП как вторичных компонентов ВП мозга.

Целью настоящей работы является выяснение роли ГАМКА и ГАМКВ рецепторов в генезе первичных и вторичных компонентов ВП колонок соматосенсорной коры крыс.

Методика. Эксперименты выполнены в условиях острых опытов на взрослых белых крысах. Экспериментальная работа с животными соответствовала правилам, утвержденным директором НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ в соответствии с рекомендациями Ученого совета института и заключением Комиссии биомедицинской этики РАН с учетом международных регламентаций экспериментов на животных.

Эксперименты выполнены в области соматосенсорной коры крыс, являющейся отличной модельной системой для нейрофизиологических исследований. Регистрация фокальной вызванной активности проводилась, что очень важно, в условиях отсутствия наркоза на частично обездвиженных миорелаксантом животных. Электrokортикограмму (ЭКоГ) отводили стеклянными микроэлектродами, заполненными 2,5 М раствором NaCl с сопротивлением 1-3 МОм и диаметром кончика 2-3 мкм. Идентификация колонок в коре происходила при оценке максимальной амплитуды, минимальным латентным периодам и длительности первичного ответа при отклонении соответствующей вибриссы. Для тактильной стимуляции использовался пьезокерамический механостимулятор, разработанный в ОКБ «Пьезоприбор» РГУ. Во всех экспериментах отведение ЭКоГ осуществлялось монополярно. Регистрация фоновой активности производилась через АЦП L-card 761 с дискретизацией 1кГц.

Для выявления функциональной роли ГАМКА и ГАМКВ рецепторов в формировании первичных и вторичных компонентов ВП использовалась методика локальной микроапликации антагонистов ГАМКА (37 мкМ раствор пикротоксина) и ГАМКВ (21 мкМ раствор CGP 52432) рецепторов. Локальная микроапликация осуществлялась через специальный стеклянный микроэлектрод под небольшим гидравлическим давлением на расстоянии до 100 мкм от регистрирующих микроэлектродов с диаметром кончика до 10 мкм. Объем вводимых веществ составлял ≈ 1 мкл в течение 30 с.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты одного из проведенных экспериментов с применением блокатора ГАМКА рецепторов приведены на Рис.1А и 1Б, где отображены на фоне отдельных реализаций усредненные ВП.

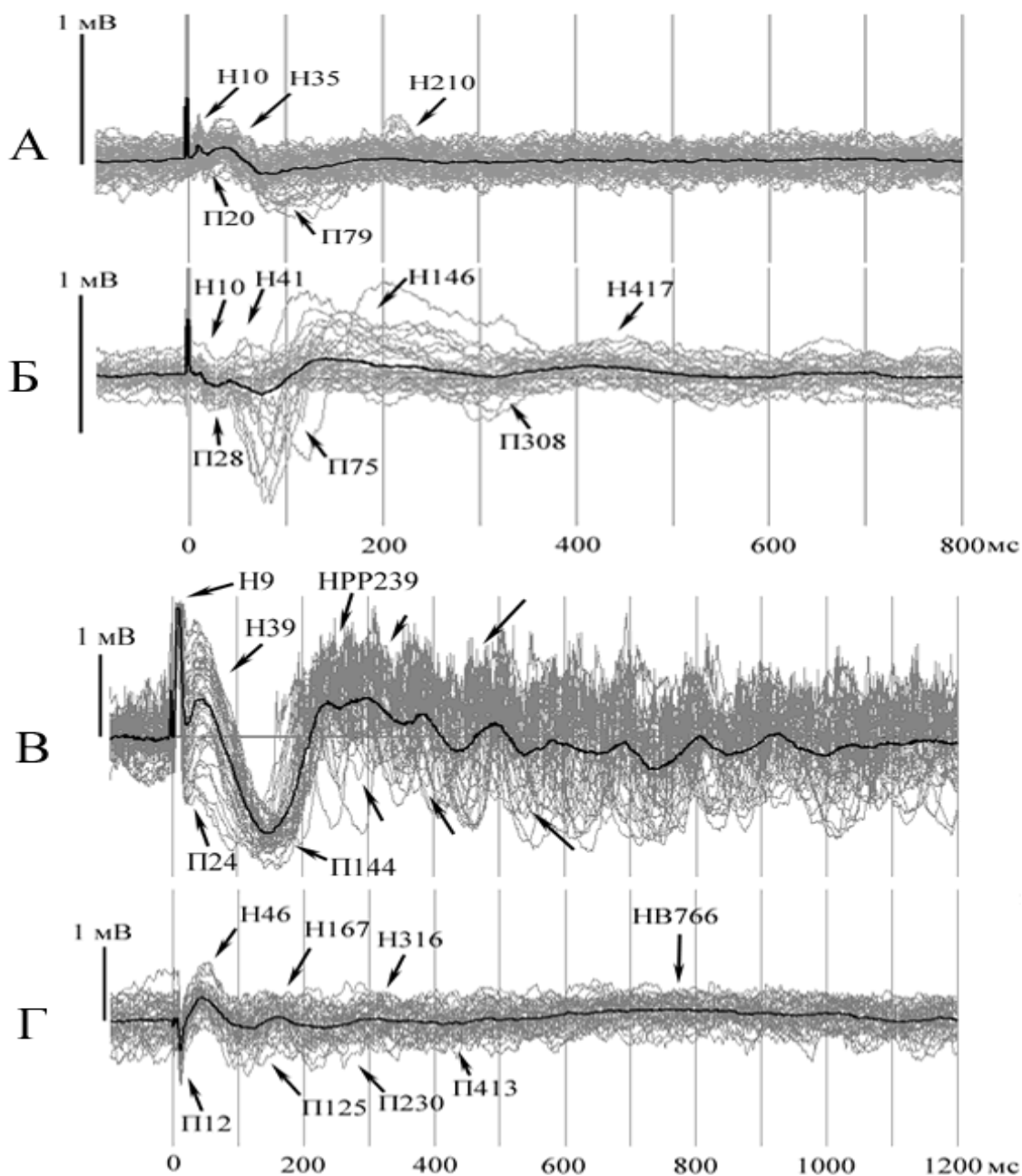


Рис. 1. Вызванные потенциалы колонок соматосенсорной коры, полученные при механостимуляции соответствующей вибриссы на контралатеральной стороне мордочки животного. А – ВП в нижних слоях колонки до микроапликации блокатора ГАМКА рецепторов - пикротоксина (37 мкМ); Б – ВП там же после микроапликации пикротоксина; В – ВП в нижних слоях колонки (другой опыт) до микроапликации блокатора ГАМКВ рецепторов - CGP 52432 (21 мкМ); Г – ВП там же после микроапликации CGP 52432. Черная линия – усредненный вызванный потенциал, серые – наложение одиночных реализаций ответов. Описание обозначений приводятся в тексте

На Рис. 1А до введения пикротоксина визуально можно выделить следующий компоненты: Н10, П20, Н35, П79 и Н210. Локальная микроапликация пикротоксина существенно изменила форму ВП (Рис. 1Б). После блокады ГАМКА рецепторов можно выделить следующие компоненты: Н10, П28, Н41, П75, Н146, П308, Н417. Важно отметить, что амплитудные и латентные характеристики первичных компонентов (Н10, П28) имеют незначительную вариабельность по сравнению с вторичными компонентами (Н41, П75 и Н146). Таким образом, блокада быстрых ионотропных ГАМКА рецепторов приводит к чрезмерному возбуждению нейронной сети колонки, что отражается в существенном увеличении амплитуды преимущественно вторичных компонентов ВП, которые часто похожи на пароксизмальные деполяризационные волны пейсмекерного генеза. По нашему мнению, это связано с изменениями активности пейсмекерных каналов.

Экспериментальный материал с локальной микроапликацией CGP52432 представлен на Рис. 1В и 1Г. ВП до введения CGP 52432 (Рис. 1В) включает первичные компоненты (Н9, П24, Н39, П144) и ритмичные разряды последействия (позитивные и негативные колебания, начиная с НРР239). После введения CGP 52432 изменилась форма ВП и существенно уменьшилась амплитуда компонентов. Важно отметить, что после избирательной блокады ГАМКВ рецепторов в составе ВП наблюдаются ритмичные колебания (П12, Н46, П125, Н167, П230, Н316, П413) с затухающей амплитудой. Первые компоненты до введения блокатора (Н9, П24 и Н39) приобрели инвертированную форму (негативная/позитивная волна) после применения антагониста (П12, Н46, П125). ВП включают длительную во времени негативную волну Н766. Генез ритмичных компонентов с затухающей амплитудой (Н46, П125, Н167, П230, Н316, П413) укладывается в рамки пейсмекерной теории генерации ритмов. Гиперполяризационная волна достаточной амплитуды (П12) приводит к активации пейсмекерных h-каналов, что и запускает локальный процесс осцилляций мембранного потенциала нейронов. Таким образом, блокада ГАМКВ рецепторов не устраняет полностью возможность генерации ритмических разрядов, но существенно модулирует этот процесс.

Важно отметить, что в современной литературе активно обсуждается роль тонического ГАМК-опосредованного торможения в различных физиологических процессах мозга. Учитывая метод локального введения веществ, а также микромолярные концентрации растворов, мы полагаем, что в наших экспериментах модуляция пейсмекерной активности в колонках соматосенсорной коры осуществлялась посредством воздействия преимущественно на внесинаптические ГАМКА и ГАМКВ рецепторы.

Детальный анализ статистических характеристик отдельных компонентов ВП (не приводится в этой работе) позволил сделать следующие выводы:

1. Блокада ГАМКА рецепторов приводит к значительному усилению преимущественно вторичных компонентов пейсмекерного генеза при менее выраженном влиянии на первичные компоненты вызванного потенциала.

2. В отличие от блокады ГАМКА рецепторов, блокада ГАМКБ рецепторов приводит к подавлению вторичных компонентов при незначительном влиянии на первичный ответ соматосенсорного вызванного потенциала.

3. ГАМКА и ГАМКБ рецепторы играют важнейшую роль в регуляции функционального состояния нейронов и в формировании наиболее чувствительных к экзогенному воздействию пейсмекерных вторичных компонентов вызванного потенциала, в отличие от более устойчивого первичного ответа, обусловленного преимущественно развитием быстрых ионотропных возбуждающих и тормозных постсинаптических потенциалов.

1. Иваницкий А.М. Мозговые механизмы оценки сигналов. М.: Медицина, 1976. 263 с.

2. Рутман Э.М. Вызванные потенциалы в психологии и психофизиологии. М.: Наука, 1979. 213 с.

3. Сухов А.Г., Сердюк Т.С., Коняхина Л.А. Внутрикоровый механизм генерации веретенообразной активности в колонках соматической коры крысы. Вестник ЮНЦ. 2007. 2 (3): 86-94.

4. Jiang Y., Sun Q., Tu H., Wan Y. Characteristics of HCN Channels and Their Participation in Neuropathic Pain. Neurochem. Res. 2008. 33 (10): 1979-1989.

5. McCormick D.A., Pape H.C. Properties of a hyperpolarization-activated cation current and its role in rhythmic oscillation in thalamic relay neurons. J. Physiol. 1990. 431 (1): 291-318.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ФАЗОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОНОВОЙ И ВЫЗВАННОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА КРЫСЫ В РАЗНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Медведев Д.С., Беличенко Л.А., Вдовюк А.В.

*НИИ Нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ
w701@krinc.ru*

Фоновая ритмическая активность является наиболее чувствительным индикатором функционального состояния мозга животных и человека как в норме, в частности в цикле бодрствование-сон, так и при нарушениях регуляторных и адаптационных механизмов, как, например, при развитии стресса, эпилептиформной активности, депрессивных и коматозных состояниях. В настоящее время большинство нейрофизиологических и психофизиологических исследований когнитивных функций мозга и механизмов сенсомоторной интеграции проводится

путем постстимульного или перистимульного усреднения вызванных потенциалов и двигательных ответов. При этом фоновая активность мозга рассматривается как шумовые или случайные колебания потенциалов, которые полностью устраняются, нивелируются не только при постстимульном, но и при перистимульном усреднении, поскольку моменты предъявления стимулов являются случайным процессом по отношению к фоновой активности. Однако результаты наших предыдущих исследований [1] показали наличие существенной зависимости параметров вызванных потенциалов от характера фоновой активности и частотно-фазового соотношения момента стимуляции с фоновыми ритмическими потенциалами. В исследованиях многих авторов [2] было показано, что параметры вызванной активности и последующие пластические перестройки зависят от частоты, с которой подаются стимулы. В отдельных исследованиях [3], проведенных на срезах мозга, говорится о том, что параметры ответов нейронов могут существенно изменяться в зависимости от фазы фонового тета-ритма, с которой случайно совпадает подаваемый стимул. В экспериментах с участием человека установлено, что от фазы альфа-волны зависит распознавание формы геометрических фигур [4]. Работы, посвященные частотно-фазовому взаимодействию фоновой и вызванной биоэлектрической активности мозга немногочисленны. В исследованиях отсутствует целенаправленная привязка стимуляции к определенным фазам фоновых ритмов.

Целью данного исследования являлось выявление различий параметров вызванных потенциалов (ВП) в зависимости от функционального состояния, характеризующегося доминированием в фоновой биоэлектрической активности мозга ритмов тета- или альфа-диапазонов, а также фазы преобладающего ритма, с которой совпадал стимул.

Эксперименты были проведены на белых лабораторных крысах обоего пола, весом 200-250 г, обездвиженных миорелаксантом d-тубокурарином животных. Для отведения фокальной активности отдельных колонок использовались стеклянные микроэлектроды, заполненные 2,5М раствором NaCl, с сопротивлением 1-2 МОм. Фокальная биоэлектрическая активность отводилась от колонок соматосенсорной коры. Координаты центра трепанационного отверстия – 2 мм каудально от брегмы, 5,5 мм латерально от сагиттального шва.

Для решения поставленных задач по отслеживанию текущего функционального состояния животного по показателям биоэлектрической активности мозга, а также подачи стимула на определенной фазе фоновой кортикограммы был разработан блок обработки информации и управления тактильными стимулирующими воздействиями (БОиУ), объединяющий анализирующую и управляющую части комплекса. Разработанный БОиУ позволяет одновременно преобразовывать и масштабировать четыре входных аналоговых двуполярных сигнала $\pm 5В$ в униполярные сигналы диапазона от 0 до +5В, осуществлять оцифровку преобразованных сигналов и цифровую фильтрацию информации на одном выбранном канале. Кроме того, возможна оценка мгновенной амплитуды фонового ритма и его фазы, а также формирование и подача сенсорных стимулов на заданной фазе выделяемого цифровым фильтром частотного диапазона.

Полученные ВП усреднялись по сериям, в которых стимулы подавались на одной и той же фазе тета- или альфа-ритма. Для каждой серии рассчитывали средние значения амплитуд и латентных периодов максимума первичных ответов.

На рисунке 1 приведены ВП соматосенсорной коры крысы в ответ на стимуляцию вибриссы, подаваемую на разных фазах тета- или альфа-ритмов. Серой линией на каждом графике обозначен ВП, полученный при усреднении вызванных ответов без привязки к определенной фазе фонового ритма. Черной линией показаны ВП при подаче на заданных фазах тета- или альфа-ритмов. Вертикальной чертой обозначен момент подачи стимула.

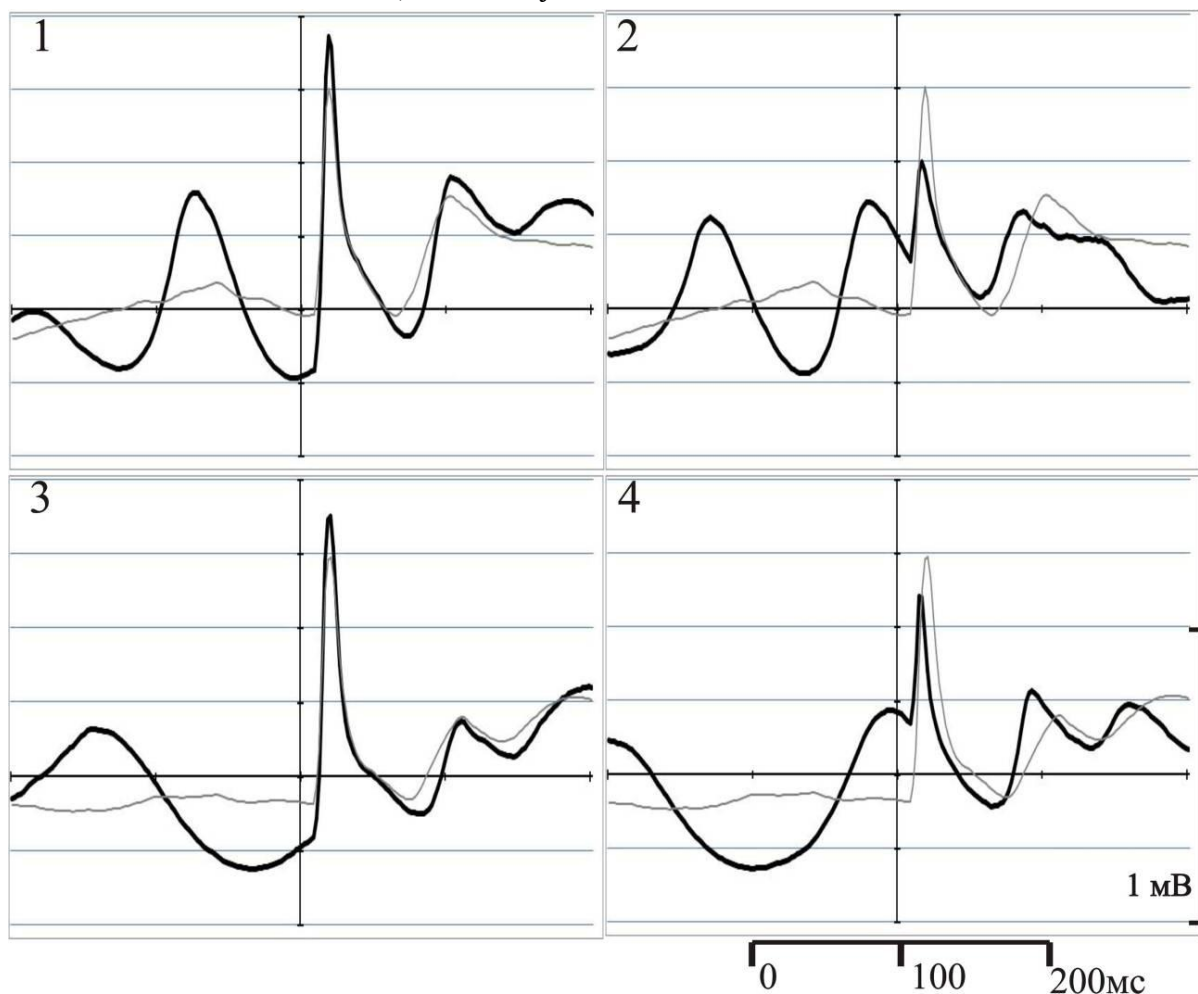


Рисунок 1. Различия вызванных потенциалов в ответ на стимулы, поданные на разных фазах альфа- (1,2) и тета- (3,4) ритмов. Пояснения в тексте

На рисунке 1.1 приведен усредненный ВП, в ответ на стимул, поданный на восходящей фазе фонового альфа-ритма, а на рисунке 1.2 – на нисходящей фазе фонового альфа-ритма. Усредненные ВП, полученные при стимуляции на восходящей фазе фонового тета-ритма представлены на рисунке 1.3, а на рисунке 1.4 – на нисходящей фазе фонового тета-ритма. Из рисунков 1.1 и 1.2 видно, что амплитуда первичного ответа на стимул, поданный на восходящей фазе фонового альфа-ритма выше, а амплитуда первичного ответа на стимул, поданный на нисходящей фазе, ниже, чем амплитуда первичного ответа при стимуляции без привязки к фазе. Амплитуды первичных ответов на стимулы, поданные на

восходящей и нисходящей фазах фонового альфа-ритма составили $2,21 \pm 0,36$ мВ и $1,03 \pm 0,14$ мВ соответственно. Достоверность отличий между средними значениями составила 0,98. Амплитуда первичного ответа при стимуляции на восходящей фазе фонового тета-ритма (рисунок 1.3) и амплитудой первичного ответа на стимул, приходящийся на нисходящую фазу фонового тета-ритма (рисунок 1.4), также как и предыдущем случае, были соответственно выше и ниже амплитуды первичного ответа, полученного при стимуляции без привязки к фазе фонового ритма. Амплитуды первичных ответов на стимулы, поданные на восходящей и нисходящей фазах фонового тета-ритма составили $2,36 \pm 0,23$ мВ и $1,05 \pm 0,42$ мВ соответственно. Достоверность отличий между средними значениями составила 0,99.

Мы полагаем, что зависимый от стимуляции на определенной фазе фонового ритма эффект изменения амплитуды первичного ответа ВП обусловлен увеличением возбудимости пирамидных клеток коры мозга на восходящей фазе и снижением уровня возбудимости на нисходящей фазе, т.е. при росте позитивности.

В результате исследования было показано, что амплитуда первичного ответа на одинаковые стимулы может существенно изменяться в зависимости от того, на какую фазу фонового ритма приходится момент стимуляции. Установлено, что амплитуда первичного ответа на стимул, поданный на восходящей фазе фонового ритма, достоверно выше, чем амплитуда первичного ответа на стимул, поданный на нисходящей фазе фонового ритма.

1. Сухов А.Г., Бездудная Т.Г., Медведев Д.С. Особенности посттетанической модификации синаптической передачи в таламо-кортикальном входе соматосенсорной коры крыс // Журн. высш. нервн. деят. – 2003. - Т. 53, № 5. - С. 622-632.

2. Клещевников А.М. Синаптическая пластичность в гиппокампе при афферентной активации, воспроизводящей паттерн тета-ритма (тета-пластичность) // Журн. высш. нервн. деят. – 1998. – Т.48, №1. – С. 3–17.

3. Wyble B.P., Linster C., Hasselmo M.E. Size of CA1-evoked synaptic potentials is related to theta rhythm phase in rat hippocampus // J. Neurophysiol. – 2000. – V.83. – P.2138–2144.

4. Шевелев И.А. Волновые процессы в зрительной коре // Природа – 2001. - №12. – С. 28-35.

ДИНАМИКА УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ ПОСЛЕ ЛЕГКОЙ И СУБМАКСИМАЛЬНОЙ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У СПОРТСМЕНОВ

Николаев Р.Ю., Мельников А.А.

*Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского.
a.melnikov@yspu.yar.ru*

Функция равновесия может существенно нарушаться под влиянием общей [1] и локальной физической нагрузки [2]. Одна из главных причин снижения устойчивости позы после физической нагрузки – физическое утомление, которое способно изменять как периферическую проприоцептивную чувствительность, так и центральную интеграцию сенсорной информации, а также генерацию мышечного напряжения [3]. Таким образом, физическое утомление может иметь важное значение в регуляции равновесия у спортсменов, однако роль величины физической нагрузки и длительность нарушения равновесия остается практически не изученными. Целью нашей работы было исследовать влияние умеренной и субмаксимальной аэробных физических нагрузок на динамику восстановления линейной скорости колебания центра давления у спортсменов. Мы предположили, что снижение устойчивости вертикальной позы будет выявлено только после субмаксимальной аэробной нагрузки, напротив, легкая нагрузка не будет снижать устойчивость вертикальной позы; устойчивость к утомлению и скорость восстановления ЛСС после нагрузки у спортсменов будет выше.

Методы исследования. Обследовано 20 добровольцев молодого возраста без отклонений в состоянии здоровья не занимающихся никаким видом спорта и 20 спортсменов, занимающихся борьбой самбо, имеющих спортивный разряд не ниже КМС. Регуляцию вертикальной позы исследовали на стабилографическом аппаратно-программном комплексе «Стабилан-1-02» («ОКБ «Ритм». Россия) с помощью анализа колебаний центра давления (ЦД) в статодинамическом тесте. Описание теста. Испытуемого просили стоять на пресс-папье (радиус 60 см) с закрытыми глазами в течение 6 минут в режиме: 10 сек - «тест» стойка с закрытыми глазами и 10 сек - «отдых» стойка с открытыми глазами, во время отдыха испытуемым разрешалось держаться за подставку. Для анализа брали показатели в режиме «тест» (10 сек). Предварительно испытуемый тренировался стоять в таком режиме в течение 2 минут для уменьшения влияния новизны и эффекта обучения на стабилографические показатели. Для анализа использовали показатель линейная средняя скорость (ЛСС, мм/сек) колебания центра давления. В результате временные интервалы измерения баланса были следующие: 0; 0-20, 0-40, 1-00, 1-20, 1-40, 2-00, 2-20, 2-40, 3-00, 3-20, 3-40, 4-00, 4-20, 4-40, 5-00, 5-20, 5-40, 6-00 (мин-сек). Для оценки базального уровня ЛСС использовали показатель, определенный до

физической нагрузки в конце первого 6-минутного стабилографического тестирования (с 5мин 50сек по 6мин 00сек).

Легкая физическая нагрузка. Испытуемые выполняли легкую велоэргометрическую нагрузку с мощностью равной весу тела, округленной до кратного «5». В среднем нагрузка составила от 50 до 100 Вт. Время работы - 5 минут. Средняя ЧСС во время работы составляла 110-130 уд/мин. После нагрузки испытуемые сразу проходили стабилографический тест.

Субмаксимальная физическая нагрузка. Испытуемые выполняли ступенчато-возрастающую нагрузку а велоэргометре “Kettler FX1” до достижения ЧСС, превышающей в конце ступени 170 уд/мин. ЧСС во время работы (на 59-60 сек. каждой ступени) фиксировали с помощью пульсометра «Polar S810» (Финляндия). Величина нагрузки на первой ступени составила 50 Вт (длительность 2 мин) и увеличивалась на 30 Вт на последующих ступенях (длительность 2 мин).

Статистика. Различия в степени изменения показателей после теста PWC170 между группами определяли с помощью однофакторного анализа для повторных измерений (ANOVA), достоверность изменения ЛСС после физических нагрузок определяли с помощью критерия наименьшей существенной разницы (LSD) в программе Statistica v6.0.

Результаты и их обсуждение.

Влияние легкой аэробной нагрузки. До физической нагрузки ЛСС не отличалась между группами контроля и спортсменов. Под влиянием легкой аэробной велоэргометрической нагрузки на мощности равной весу тела (с ЧСС=110-130 уд/мин) ЛСС не увеличилась в группе спортсменов (Рис. 1), однако она существенно возросла и оставалась повышенной в контрольной группе в течение первых 50 секунд теста ($p < 0,01$ на 0” и 20” и $p < 0,05$ на 40” теста) по отношению к ЛСС, определенной до нагрузки. Начиная с 60 секунды восстановления ЛСС в группе контроля приближалась к исходному уровню. ЛСС у спортсменов сразу после нагрузки стала существенно ниже, чем в контроле. Таким образом, несмотря на отсутствие различий в ЛСС до нагрузки, под влиянием стандартной умеренной аэробной нагрузки скорость колебания центра давления практически не изменилась у спортсменов и стала сниженной по сравнению с контрольной на 0 и 20 секундах после нагрузки (оба $p < 0,05$).

Влияние субмаксимальной аэробной нагрузки. После субмаксимальной аэробной велоэргометрической нагрузки наблюдалось существенное увеличение ЛСС ($p < 0,01-0,05$) у спортсменов по сравнению с величинами до нагрузки на 0, 20 и 40 секундах тестирования после чего ЛСС приближалась к донагрузочному уровню. В контрольной группе увеличение ЛСС было практически такое же как и у спортсменов, однако, линейная скорость колебаний оставалась повышенной в течение 3 минут 30 секунд (с 0 по 1’40” $p < 0,001$ и с 2’ по 3’30” $p < 0,05$. Рис. 1). Линейная скорость колебания центра давления достаточно надежно отражает устойчивость вертикальной позы и степень напряжения функции регуляции равновесия. Увеличение ЛСС указывает на снижение устойчивости равновесия и напряжение механизмов ее регуляции. Повышенные значение ЛСС в обеих группах

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

сразу после субмаксимальной нагрузки указывают на снижение устойчивости равновесия под влиянием физического утомления, развивающегося в рабочих мышцах ног, которые участвуют в поддержании равновесия позы. Таким образом, под влиянием стандартной субмаксимальной велоэргометрической нагрузки (с интенсивностью соответствующей ЧСС=170-175 уд/мин) произошло одинаковое увеличение ЛСС колебания центра давления у спортсменов и в контроле, указывающее на одинаковую степень снижения устойчивости вертикальной позы. Равная степень увеличения ЛСС в обеих группах, вероятно, обусловлена относительно равной величиной нагрузки, поскольку максимальная ЧСС в обеих группах была одинаковой. Однако длительность восстановления устойчивости вертикальной позы была значительно ниже у спортсменов (в течение 50 секунд), чем в контроле (в течение 3 мин 30 секунд), что указывает на более высокую скорость восстановления нарушений постуральной устойчивости у спортсменов, вызванных физическим утомлением.

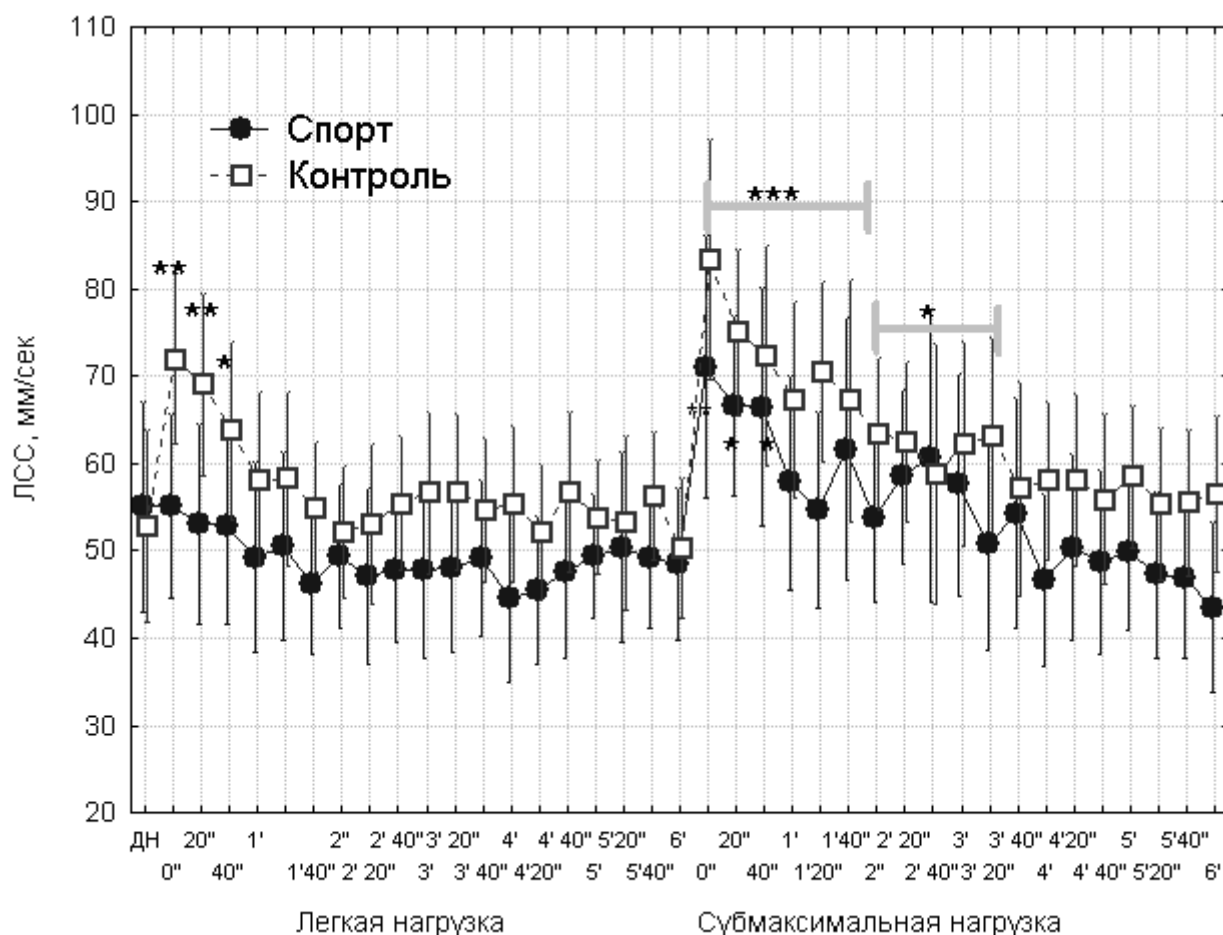


Рисунок 1. График линейной средней скорости колебаний центра давления в группах спортсменов (n=20) и контроля (n=20) в стабильнографическом тесте до ФН (ДН), после легкой физической нагрузки и после субмаксимальной аэробной физической нагрузки. *** - $p < 0,001$, ** - $p < 0,01$, * - $p < 0,05$, ^ – по сравнению с ЛСС до обоих видов нагрузки (ДН) в соответствующих группах.

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что легкая умеренная нагрузка не изменяет ЛСС колебания центра давления и оказывает минимальное влияние на регуляцию равновесия у спортсменов-борцов, так, что ЛСС становится ниже, чем в контрольной группе, в которой ЛСС существенно возрастает. Субмаксимальная аэробная нагрузка вызывает снижение устойчивости вертикальной позы в одинаковой мере, как у спортсменов, так и в контроле, по-видимому, за счет развития утомления в постуральных мышцах ног, а также за счет усиления дыхательной деятельности в первые минуты после нагрузки. Однако период сниженной устойчивости вертикальной позы у спортсменов более чем в три раза короче (50 секунд), чем у нетренированных испытуемых (3 минуты 30 секунд).

1. Demura, S., Uchiyama M. Influence of anaerobic and aerobic exercises on the center of pressure during an upright posture [Текст] / S. Demura, M. Uchiyama // J. Exerc. Sci. Fit. - 2009. – V. 17. – P. 39–47

2. Gribble, P.A., Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control [Текст] / P.A. Gribble, J. Hertel // Arch. Phys. Med. Rehabil. - 2004. - V. 85. - P. 589-592.

3. Taylor, J.L., Butler J.E., Gandevia S.C. Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue [Текст] / J. L. Taylor, J.E. Butler, S.C. Gandevia // Eur. J. Appl. Physiol. – 2000. – V. 83. - P. 106–115.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Мозговая Е.А.

*Южный федеральный университет Технологический институт в г. Таганроге
katjuha_1990@mail.ru*

В настоящее время возросло внимание к изучению эффективности виброакустического терапевтического воздействия на процессы в организме человека, связанные с нарушениями кровотока в тех или иных органах и тканях. В основе действия вибрации лежит биологический резонанс. Поэтому механические вибрации вызывают реакцию соответствующих рецепторов раздражением, которое по интенсивности едва превышает энергию теплового движения молекул. Воздействие микровибраций в диапазоне звуковых частот приводит к увеличению кровотока в капиллярах, снижает сосудистое сопротивление движению крови, увеличивает ее циркулирующий объем [1, 2]. Физическая модель

вибраакустического воздействия позволила оценить его эффективность при использовании методов оценки жидкостного элемента в инерционных каналах жидкостных систем [3]. На рис. 1 показана схема вибраакустического воздействия на кровеносный сосуд.

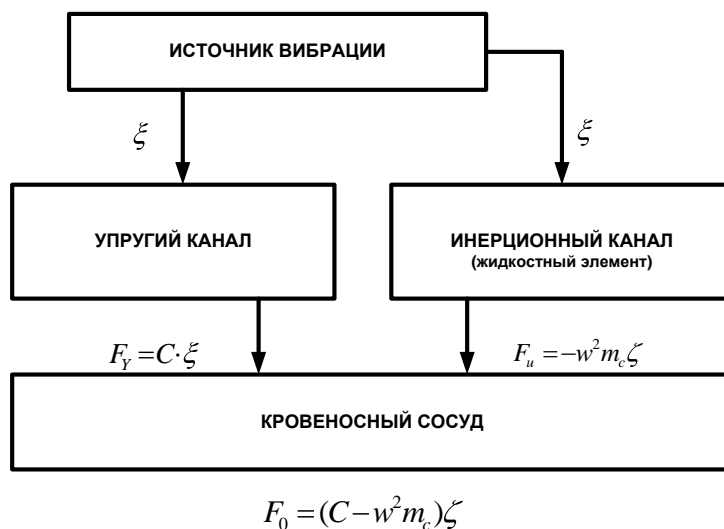


Рисунок 1 - Схема вибраакустического воздействия

Переменная сила F_0 , действующая на физическую модель механизма вибраакустического воздействия, будет равна:

$$F_0 = F_Y + F_I, \quad (1)$$

где F_Y , F_I динамическая сила, передающаяся по упругому каналу и динамическая сила, передающаяся по инерционному каналу, соответственно.

Исследования показали, что такая система действительно обладает повышенной эффективностью в области низких частот по сравнению с традиционной, если основной частью ее инерционного канала является жидкостный элемент. В этом случае систему можно называть упругожидкостной. Устройство такой системы базируется на принципиальной схеме, предложенной в [3].

При разработке терапевтической аппаратуры основной интерес представляет исследование условий передачи воздействия, сформированного техническими средствами, к биологическим тканям, а также выбор формы, интенсивности, длительности и других параметров воздействия, согласованных с характеристиками физиологических систем организма. Изучение данных вопросов требует совместного рассмотрения технических и биологических элементов в рамках единой биотехнической системы (БТС) целенаправленного действия. Целевая функция системы определяет общее построение БТС: выбор технических средств, формирующих лечебное воздействие и объекта приложения воздействия - физиологической системы организма. Исследование БТС, с целью определения требований к построению аппаратуры и алгоритмов ее функционирования, производится методом поэтапного моделирования.

Виброакустическая терапевтическая система с обратной связью (ОС) имеет две составляющие: виброакустический канал (ВК) - источник виброакустического воздействия и канал ОС. Структурная схема системы представлена на рис. 2.

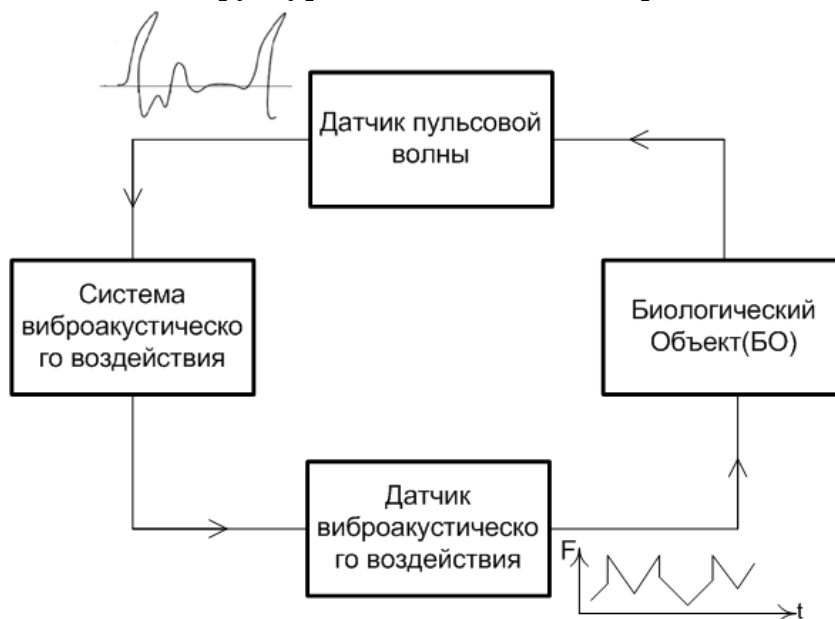


Рисунок 2 - Структурная схема системы

Канал ОС строится на основе регистрации амплитуды кривой пульсовой волны. Датчик пульсовой волны предназначен для съема биологического сигнала обратной связи с поверхности тела пациента, но так как величина этого сигнала достаточно мала, то необходимо в схеме прибора предусмотреть предварительный усилитель. Сигнал с усилителя из соображений электробезопасности будет подаваться в виброакустический канал через гальваническую развязку. Виброакустический канал предназначен для генерирования колебаний заданного диапазона частот и управления амплитудой этих колебаний в зависимости от величины сигнала обратной связи, поступающего с канала ОС.

Функциональная идентификация позволяет определить поведение системы при наличии на ее входе стимулов. Для решения этой задачи необходимо наличие экспериментальных данных о поведении системы при различных входных воздействиях. Структурная идентификация дает возможность установления взаимодействия отдельных компонент системы в процессе формирования реакций. В этом случае полагается известной конфигурация системы или относительно ее делается предположение о классе функционального описания. Задача идентификации сводится к поиску решений в пространстве искомых параметров системы.

Квазипериодические биосигналы, в том числе, пульсовой сигнал лучевой артерии, имеют сложную ритмическую структуру, характеризующуюся совокупностью различных колебательных компонент, отличающихся по амплитуде, фазе и частоте [4].

В последнее время большое внимание уделяется изучению так называемых медленных (секундные, декасекундные, многоминутные) колебательных процессов,

которые проявляются на всех уровнях функциональной системы. Большинство современных исследований по оценке диагностической значимости «медленно-волнового» диапазона биоритмов основано на анализе колебательной структуры какого-либо одного параметра данного сигнала, наиболее часто исследуются R-интервалы сердечного ритма. Однако каждый биосигнал несет в себе информацию о многих физических процессах, протекающих в организме. При этом любой функционально значимый элемент единичного колебания биосигнала обладает своей индивидуальной совокупностью колебательных компонент [4]. Представляется, что синхронное изучение отдельных элементов биосигнала и исследование их взаимосвязей позволит получить существенно большую информацию о состоянии отдельных систем и организма человека в целом.

1. Кириченко И.А., Пустынников И.А. Механизм виброакустического терапевтического воздействия // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «МИС-2004». - Таганрог: Изд-во ТРТУ – 2004. – №6(41). – С.213-214.

2. Машанский В.Ф., Рабинович И.М. Медикобиологические основы вибротерапии. – Л.: Знание. – 1990. – 126с.

3. Бадаева М.Е., Удалов Г.В. Взаимодействие некоаксиальных цилиндрических поверхностей через заполненный жидкостью зазор между ними // Электронный журнал «Техническая акустика» <http://webcenter.ru/~eeaa/ejta/> 2003. – 16.

4. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. Под ред. А.П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2007. – 440с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ НЕЙРОСЕТЕВОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ЭКГ

Пермяков С.А.

*Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых
plasero@mail.ru*

Цель: исследование возможностей и перспектив применения вейвлет-преобразования в задачах автоматизированного анализа ЭКГ с помощью искусственных нейронных сетей.

Актуальность: Сердечнососудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире: ни по какой другой причине ежегодно не умирает

столько людей, сколько от ССЗ. Проблема диагностики сердечнососудистых заболеваний и патологий сердца на ранних стадиях возникновения становится важнейшей медико-социальной проблемой здравоохранения. Наиболее распространенным инструментальным методом изучения сердца является электрокардиография, основанная на принципе измерения потенциалов с поверхности тела человека при помощи электродов. Как показывает практика медицинских учреждений, расшифровка электрокардиограмм (ЭКГ) может представлять значительные сложности и требовать высокой квалификации врача-кардиолога для того, чтобы точно и своевременно поставить правильный диагноз. Это дает толчок к развитию технологий интеллектуальной автоматизированной обработке ЭКГ. Высокие вычислительные мощности позволяют поднять на новый уровень качество обработки медицинской диагностической информации и преодолеть многие недостатки, присущие традиционным методам, во многом исчерпавшим свои возможности.

Материалы и методы: Для исследования нестационарных сигналов, неоднородных полей и изображений различной природы и временных рядов, для распознавания образов и для решения многих задач в радиотехнике и других областях науки и техники широко применяется вейвлет-преобразование. Для спектрального анализа используют преобразование Фурье, с помощью которого сигнал можно разложить на составляющие его колебания различной частоты и амплитуды. При этом теряется разрешение по времени. Вейвлет-преобразование позволяет представить сигнал в виде обобщенного ряда или интеграла Фурье по системе базисных функций сконструированных из материнского вейвлета $\psi(t)$ [1], что в свою очередь позволяет локализовать информацию, как во временной, так и частотной областях.

Искусственные нейронные сети (ИНС) — математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Нейронная сеть сходна с мозгом с двух точек зрения:

- знания поступают в нейронную сеть из окружающей среды и используются в процессе обучения;
- для накопления знаний применяются связи между нейронами, называемые синаптическими весами.

Элементарной ячейкой сети является нейрон [3].

Существуют два концептуальных подхода к обучению нейронных сетей: обучение с учителем и обучение без учителя. Для задач распознавания образов наиболее подходящим методом обучения является обучение с учителем. Обучение нейронной сети с учителем предполагает, что для каждого входного вектора из обучающего множества существует требуемое значение выходного вектора, называемого целевым. Эти вектора образуют обучающую пару. Веса сети изменяют до тех пор, пока для каждого входного вектора не будет получен приемлемый уровень отклонения входного вектора от целевого.

Многослойными персептронами называют нейронные сети прямого распространения. Входной сигнал в таких сетях распространяется в прямом направлении, от слоя к слою. Многослойный персептрон в общем представлении состоит из следующих элементов:

- множества входных узлов, которые образуют входной слой;
- одного или нескольких скрытых слоев вычислительных нейронов; одного выходного слоя нейронов[5].

В результате экспериментов с многослойным персептроном были обнаружены следующие недостатки этой модели:

- структуру сети и ее обучение необходимо проводить под каждую конкретную задачу;
- в связи с полносвязанностью сети, задача предполагает высокие вычислительные затраты;
- добавление в модель новых параметров требует переобучения всей нейронной сети.

Для устранения перечисленных недостатков используют модульную структуру нейронной сети, которая состоит из нескольких параллельно расположенных нейросетевых модулей, построенных на основе структуры многослойного персептрона [5].

Данные ЭКГ с установленным врачом диагнозом были взяты с сайта www.physionet.org. Для исследования была использована база данных Физико-технического Федерального ведомства Национального института метрологии Германии, которое обеспечивает сбор цифровых данных ЭКГ для исследований, для проведения алгоритмических оценочных испытаний и для обучающих целей пользователей PhysioNet. База данных содержит 549 записей 290 человек (возраст от 17 до 87, средний – 57,2; 209 мужчин, средний возраст – 55,5, и 81 женщина, средний возраст 61,6). Каждый субъект представлен от 1 до 5 записями. Частота дискретизации - 1000 Гц. Для настоящего исследования использовались ЭКГ в I, II и III стандартных отведениях. Количественные параметры собранной базы данных по всем патологиям представлены в таблице 1.

Исследования: Исследования проводились в программной среде MatLAB со следующими параметрами нейронных сетей: функция оценки функционирования - «sse», критерий окончания обучения (performance) – 0.0001, количество эпох – 10000, алгоритм обучения – «RProp». С помощью разработанных функций производились следующие этапы обработки сигнала – извлечение, выделение PQRST-образа, вычисление спектральных коэффициентов вейвлет-преобразования, децимация коэффициентов и фильтрация артефактов. Обработанный двумерный сигнал преобразовывался в одномерный массив, который являлся входом нейронной сети.

Сети оценивались по чувствительности, специфичности и точности. Каждый опыт проводился трижды. Затем выбирались сети с наилучшими показателями чувствительности и специфичности, и вычислялась средняя точность сети определенной конфигурации.

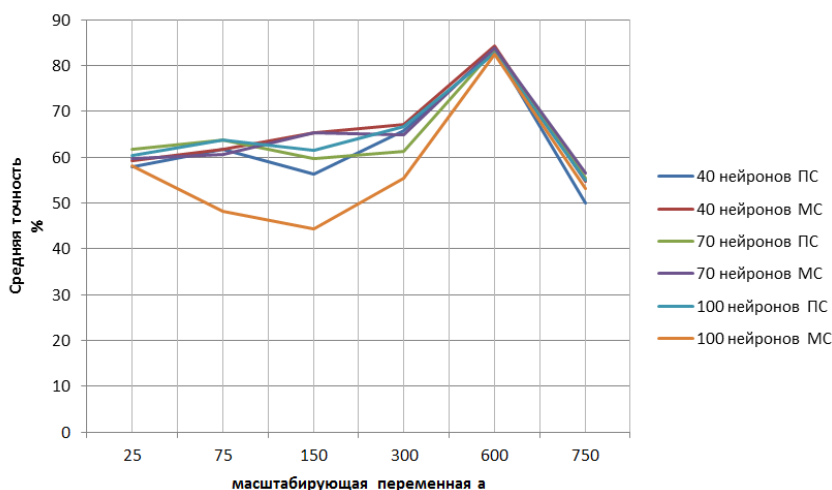
Таблица 1.

База данных патологий

Диагноз	Количество образов	Размер и тип данных	Размер обучающей выборки	Кодирование выходов								
				Y 1	Y 2	Y 3	Y 4	Y 5	Y 6	Y 7	Y 8	
Норма	6628	117 'double'	370	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Блокада	2307	117 'double'	370	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Кардиомиопатия	2454	117 'double'	370	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Аритмический синдром	1528	117 'double'	370	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Гипертрофия	985	117 'double'	370	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Инфаркт миокарда	7212	117 'double'	370	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Миокардит	475	117 'double'	370	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Порок сердца	492	117 'double'	370	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Исследовались 2 типа нейронных сетей – многослойный персептрон и сети модульной структуры. Структура сетей типа «многослойный персептрон»: количество входных нейронов – 117, нейронов скрытого слоя от 1 до 234, выходных нейронов – 5. Структура сетей модульного типа: количество входных нейронов – 117, нейронов скрытого слоя от 1 до 234, выходных нейронов – 1.

Для определения оптимального параметра сдвига α вейвлет-преобразования, исследовались сети различных конфигураций, построенных на скалограммах с различным сдвигом (рис.1).



* *ПС* – многослойный персептрон, *МС* – модульная структура

Рисунок 1. - Исследование информативности скалограмм

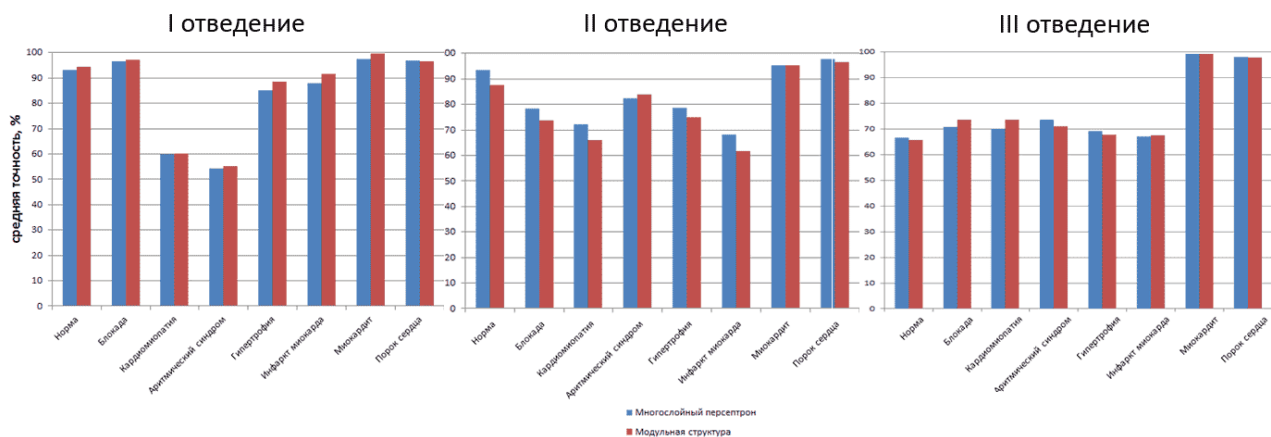


Рисунок 2. - Результаты обучения нейронных сетей

Результаты исследования скалограмм электрокардиосигнала говорят о том, что при исследовании данных 7ми патологии наибольшая информативность для сигнала частотой 1000 Гц достигается при значении масштабирующей переменной $a = 600$. Результаты обучения нейронных сетей для классификации сердечнососудистых патологий представлены на рисунке 2.

Выводы: Для исследуемых патологий наиболее оптимальным решением задачи распознавания является модульная структура сетей, т.к. сети типа многослойный персептрон не обладают сбалансированностью при обнаружении всей группы патологий. Количество нейронов скрытого слоя для получения оптимальных результатов распознавания колеблется от 11 до 151. При анализе точности сетей, обученных на данных электрокардиосигнала в I, II, III отведениях, выявлено, что:

- порок сердца и миокардит распознаются с высокой точностью (>95%) во всех трех стандартных отведениях;
- нормальная ЭКГ наилучшим образом распознается в I стандартном отведении с максимальной точностью - 94,78%;
- патологии, связанные с блокадой ножки пучка Гиса, наилучшим образом распознаются в I стандартном отведении с максимальной точностью - 99,18%;
- кардиомиопатия наилучшим образом распознается во II стандартном отведении, максимальная точность с максимальной точностью - 72,06%;
- аритмический синдром наилучшим образом распознается во II стандартном отведении с максимальной точностью - 83,65%;
- гипертрофия наилучшим образом распознается во I стандартном отведении с максимальной точностью - 89,38%;
- инфаркт миокарда с различной локализацией наилучшим образом распознается во I стандартном отведении с максимальной точностью - 93,70%;
- миокардит наилучшим образом распознается во III стандартном отведении с максимальной точностью - 99,59%
- порок сердца наилучшим образом распознается во III стандартном отведении с максимальной точностью 98,92 %.

Заключение: Сочетая преимущества наиболее распространенного метода исследования сердца, современного метода анализа временных рядов и нейросетевой технологии обработки и анализа данных, в данной работе в программной среде MatLAB был разработан перспективный алгоритм распознавания патологий сердца, который является основой для построения экспертной системы.

1. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB.- М.: ДМК Пресс, 2005. - 304 с.
2. Morlet D., Couderc J.P., Touboul P., Rubel P., Wavelet analysis of high-resolution ECGs in post-infarction patients: role of the basic wavelet and of the analyzed lead. // International Journal Biomedicine Computing. 1995 - Vol. 39(3). p.311-325
3. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. - М.: Вильямс, 2006. - 1104 с
4. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. MATLAB 6. - М.: Диалог-МИФИ Пакеты прикладных программ, 2002. - 496 с.
5. Исаков Р.В., Лукьянова Ю.А. Построение обучающих баз данных для нейросетевого анализатора электрокардиографических данных // Биомедицинская радиоэлектроника, 2009, No.12, с. 34-38

БЕГОВЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ: АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ПОЗИЦИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ, СПОРТИВНОГО И ЛЕЧЕБНОГО ТРЕНИНГА

**Плужникова Е.Н., Брумштейн Ю.М., Сокольская Ю.В.,
Книжников В.М., Гаврилова Э.А.**

*Астраханский государственный университет
katya-plunya@mail.ru*

Беговые тренажеры могут применяться для различных целей профессионального и непрофессионального характера: функциональной диагностики человека, путем приложения дозированных физических и, возможно, психоэмоциональных нагрузок; тренинга лиц, профессионально или любительски занимающихся различными видами спорта (не только бегом); укрепления физического здоровья (в т.ч. в порядке реабилитации после травм, перенесенных заболеваний, при гипокинезии и пр.). Целью настоящей статьи является анализ некоторых специальных возможностей, которые в принципе могут быть реализованы с применением беговых тренажеров.

Наиболее известными из тренажеров являются «беговые дорожки» (БД), которые сейчас продаются практически во всех крупных магазинах спорттоваров. С точки зрения использования источника энергии их можно разделить на механические и электрические. В механических тренажерах (они дешевле и проще в эксплуатации) «кольцевая лента» (КЛ) приводится в движение за счет «бега» самого тренирующегося. При этом он может самостоятельно определять темп бега, в т.ч. ориентируясь на показания индикаторов пройденного расстояния, скорости бега и пр. (они могут быть встроены в тренажер и работать от аккумуляторов). Недостатком считается [1] «избыточное давление на колени и мышцы спины». В электрических тренажерах движение КЛ обеспечивается электромоторами с комплексами приводов, обычно в сочетании с устройством программного управления. В простейшем варианте электрические тренажеры типа БД обеспечивают горизонтальное движение КЛ с одной из фиксированных скоростей в горизонтальном направлении. При этом пациент должен поддерживать такую скорость бега, чтобы находиться в пределах дорожки (т.е. скорость должна быть квазистационарной).

Даже в этом случае БД могут обеспечивать дополнительные возможности в отношении нагрузочно-функциональной диагностики пациента (ЭКГ, пульс, возможно ЭЭГ) по сравнению с обычно используемыми для этой цели велоэргометрами, где скорость вращения педалей может лишь «рекомендоваться», но не задаваться принудительно. Однако велоэргометры имеют то преимущество, что тело пациента «в плане» практически не перемещается, что облегчает снятие ЭКГ, ЭЭГ и пр. по проводам. В то же время для БД требуется специальная подвеска проводов, допускающая плановое перемещение бегущего вдоль дорожки, так чтобы эти провода не мешали его движениям. Передача указанных данных с тела пациента по беспроводным технологиям в принципе возможна, но технически ее реализовать сложнее.

Более совершенные модели БД позволяют: изменять «жесткость» дорожек (соответственно различным типам покрытия – асфальт, пружинящая рекортановая и т.п. дорожка на стадионе, мягкий грунт, опавшая листва и пр.); менять скорость движения дорожек по ходу тренинга (например, имитировать финишный «рывок» спортсмена или задавать сниженную скорость в начале тренинга); устанавливать наклон дорожек (вверх – для имитации бега «в гору» или вниз – для имитации бега «под гору»); выводить на дисплей различные данные, включая расстояние, которое человек пробежал, оставшееся расстояние и пр.

Однако смена наклона дорожки по ходу тренинга (как имитация кроссовой дистанции) обычно в конструкциях БД не предусматривается. Также не предусматриваются возможности имитации локальных «неровностей» трассы бега. При этом существенно: чтобы они «перемещались» вместе с движением КЛ; тренирующийся мог видеть достаточно длинную часть КЛ перед собой, чтобы успеть отреагировать на «неровности».

Мы опишем техническую реализацию «неровностей» в четырех вариантах.

А) Набор КЛ на внешнюю поверхность которых заводским способом или уже в тренинговом зале наклеены (или укреплены иным образом) несъемные «объекты-

неровности» в разном количестве и/или разного размера. Очевидный недостаток – при малой длине КЛ тренирующийся достаточно быстро запоминает расположение «неровностей»

Б) Если наружная (рабочая) поверхность КЛ представляет собой комбинацию регулярно расположенных выступов и впадин (причем площадь впадин может быть значительно меньше) то возможно использование «съёмных» объектов-неровностей. До начала тренинга они вручную устанавливаются на КЛ сверху (путем введения их в зацепление с впадинами на ленте), а после окончания тренинга – снимаются. Для следующего тренинга возможна уже новая комбинация объектов или их расположения. Преимущество – не надо иметь много КЛ, достаточно одной. Недостаток, тот же, что и для пункта «А».

В) Автоматизация процесса установки-съема «объектов-неровностей» в произвольных местах по ширине КЛ по ходу тренинга технически сложнее – она требует использования специальных головок-манипуляторов, управляемых микропроцессором или ПЭВМ. Однако это позволяет избежать «запоминания» расположения неровностей.

Во всех трех случаях («А...В») накладные объекты, имитирующие неровности, могут иметь: различные размеры и форму; контрастный цвет для повышения их «видимости» тренирующимися.

Г) Индивидуальный подъем отдельных опорных валиков КЛ или кулачковых механизмов с роликами, расположенных между валиками (под КЛ). При этом вместо единой КЛ БД удобнее иметь 3-4 синхронно движущиеся ленты. Технически это достаточно сложно и, кроме того, может приводить к ускоренному износу КЛ.

Для динамических режимов имитации «неровностей» (варианты «В» и «Г») моменты их появления могут определяться на основе заданной плотности вероятности возникновения с помощью генераторов случайных чисел (на практике, вероятно, с использованием микроконтроллера БД).

Достоинства реализации вариантов с «неровностями»: увеличение реалистичности тренинга для кроссовой дистанции; дополнительные возможности функциональной диагностики (в т.ч. с использованием ЭЭГ) путем сравнения физиологических показателей при беге по ровной и «неровной» поверхностям.

Большинство выпускаемых в настоящее время БД имеют достаточно малую длину. Это обеспечивает компактность конструкции, снижает ее вес и пр. Такой длины достаточно для того, чтобы пациент (тренирующийся) мог менять свою скорость бега при относительно медленных изменениях скорости ленты так, чтобы не быть «сброшенным» с дорожки или упереться в ее переднюю часть. Однако для тренировок со значительными изменениями скорости бега (скорости движения ленты) в процессе тренинга могут быть оправданы БД длиной порядка нескольких метров. Они также полезны для функциональных исследований, направленных на оценку того, насколько быстро и адекватно тренирующийся реагирует на изменение скорости ленты при тренинге.

Динамику положения человека на БД во времени можно отслеживать различными способами: размещение на тренирующемся специального датчика,

положение которого и отслеживается в пространстве с использованием беспроводных технологий; создание «гребенки» из видимых лазерных, инфракрасных или радиолучей по длине дорожки (положение тела отслеживается по «перекрыванию» телом тех или иных лучей); на основе сигналов с датчиков давления ног, размещенных по длине БД. Динамика перемещения тела относительно границ БД, а также ускорения тела могут иметь важное диагностическое значение. Отметим, что ускорения для корпуса или отдельных конечностей можно отслеживать и путем размещения непосредственно на тренирующемся специальных датчиков-акселерометров.

Во всех случаях предполагается, что частота дискретизации съема информации является достаточно высокой – порядка 50 Гц и выше.

Преимуществом «гребенки» лучей является относительная простота, отсутствие необходимости размещения чего бы то ни было на теле и конечностях пациента. Недостаток – необходимость иметь много «лучей», для того, чтобы достаточно точно отслеживать положение тренирующегося в пространстве.

Использование датчиков давления ног в самой БД (например, размещенных на опорных площадках между валиками) требует, чтобы таких датчиков было достаточно много. Совокупность сигналов с них позволяет получить определенную диагностическую информацию о «технике» бега, в т.ч., возможно, о перемещениях проекции центра тяжести на горизонтальную плоскость, силах толчков ног и пр.

В комплекты «дорогих» тренажеров с БД обычно входят цветные дисплеи и ПЭВМ. При этом дисплеи могут использоваться не только для индикации параметров «бега», но и для показа динамической графики (имитация того, что видит бегущий при прохождении выбранной трассы). Для диагностических целей могут показываться и неожиданные изображения. Например для создания в мозгу «сшибки» процессов управления конечностями могут показываться приближающиеся по ходу бега непреодолимые препятствия. Также могут показываться «виртуальные канавы», которые надо перепрыгивать. В обоих случаях изменение ЭЭГ сигналов может быть информативным.

Интересным вариантом использования дисплея является «забег-соревнование с виртуальным соперником (или соперниками)». На дисплеи соперники могут показываться: со спины (если они впереди), причем в определенном масштабе в зависимости от расстояния; вид трассы (если соперники сзади); положение себя и соперников на дистанции (вид сверху). При тренинге детей в качестве «соперников» могут использоваться персонажи мультфильмов.

Отметим, что в этом случае скорость движения КЛ БД придется динамически «подстраивать» под скорость бега тренирующегося, что требует отслеживания его положения по отношению к границам БД.

Несколько тренажеров БД можно связать с помощью единой ПЭВМ или (если ПЭВМ стоят на каждой БД) с помощью компьютерной сети. Это дает возможность устраивать «соревновательные забеги» для лиц, тренирующихся одновременно (в т.ч. и в пределах взаимной прямой видимости). При этом на дисплеях возможны те же варианты показа изображений соперников. При этом целесообразно, чтобы у

«лидера» забега зажигалась какая-то «лампочка», которую бы могли видеть все соревнующиеся.

Важным направлением применения информационных технологий может быть также использование при «забегах» музыки в рамках систем биологической обратной связи [3]. При индивидуальной отработке беговых упражнений мелодия может автоматически меняться в зависимости от того, насколько правильно выполняет задание тренирующийся или поддерживает заданный уровень электрической активности мозга (оценка возможна, например, по соотношению амплитуд альфа и других ритмов в ЭЭГ). Понятно, что реализация предлагаемого варианта биологической обратной связи [3] требует достаточно сложного анализа биологических сигналов от человека на ЭВМ и «автоматизированной» выработки решений в реальном масштабе времени.

При групповых упражнениях музыка может быть общей для всей группы, причем для получения «желательной» мелодии действия всех тренирующихся должны быть как-то согласованы (скоординированы).

В случае традиционного «бега на месте» для оценки некоторых характеристик управления телом могут использоваться стабиллографические технологии (при условии, что возможные места касания ног находятся в допустимой для анализа зоне). Кроме того, потребуются, вероятно, усиление механической прочности стандартных стабиллографов.

Помимо БД в продаже имеются так называемые «степперы». Они предназначены для имитации пешего передвижения, в т.ч. и подъема «в гору». При этом: пациент размещается обычно на сидении (аналогично велотренажеру) и работает с педалями степпера; для задания уровня мышечных усилий (соответственно крутизне подъема) используются различные варианты «торможения» педалей (аналогично велоэргометрам) – например с применением «магнитных барабанов», «короткозамкнутых роторов» и пр. С точки зрения отработки навыков бега степперы менее полезны чем БД, т.к. позволяют воспроизводить более медленные движения.

В последнее время приобрели популярность т.н. «эллиптические тренажеры», являющиеся «симбиозом» БД и степперов. В них движение производится по эллиптической траектории, а специальные рычаги позволяют нагружать одновременно как мышцы ног, так и мышцы плечевого пояса [1], которые позволяют значительно снизить нагрузки на коленные суставы. Это крайне важно при использовании тренажеров для реабилитации после операций и травм.

При использовании всех типов тренажеров в медицинских целях важными представляются вопросы техники безопасности. В частности возможность падения тренирующихся может быть предотвращена для БД использованием специальных леерных ограждений в конце дорожек, страховочных подвесок, боковых ограждений и пр. Для степперов и эллиптических тренажеров могут применяться специальные «ремни безопасности» и иные средства, которые можно крепить как к тренажеру, так и вне его.

1. Беговые дорожки. [Электронный ресурс.] <http://www.keiser.ru/beg.html>
2. Илясов Л.В. Биомедицинская измерительная техника.-М.:Высшая школа, 2007-342с.
3. Сметанкин А.А. Здоровье без лекарств: Биологическая Обратная Связь. Российская Ассоциация Биологической Обратной Связи: СПб, 2001, 70с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА В НЕРВНОМ ВОЛОКНЕ НА ОСНОВЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Понетаева Е.Г.

*Кубанский государственный университет
lenkaron@mail.ru*

В последнее время всё чаще внимание учёных привлекает проблема создания нейронной сети, сопоставимой по параметрам с биологическим прототипом – мозгом. Это связано не только с прогрессом в областях компьютерных технологий и робототехники, но и с желанием учёных лучше понять принципы работы нервной системы за счёт создания её модели.

Существует два подхода к решению данной проблемы. Первый – программный. Он основан на рассмотрении продукта интеллектуальной деятельности человека, изучении его структуры, и стремлении воспроизвести этот продукт средствами современной техники. Успехи этого направления искусственного интеллекта тесно связаны с развитием возможностей ЭВМ и искусства программирования.

Второй подход – радиотехнический. Он рассматривает данные о нейрофизиологических и психологических механизмах интеллектуальной деятельности в более широком плане, с точки зрения поведения человека. Это направление стремится воспроизвести эти механизмы с помощью тех или иных технических устройств, с тем, чтобы параметры работы таких устройств хорошо совпадали с параметрами формирования реакции организма человека на то или иное внешнее воздействие. Развитие этого направления тесно связано с успехами наук о человеке. Для него характерно стремление к воспроизведению более широкого, чем в машинном интеллекте, спектра проявлений разумной деятельности человека.

Ко второму направлению относятся нейронные сети, создаваемые по аналогии с обработкой информации биологическими нейронами. Разработчики стремятся организовать элементы нейронных сетей так, чтобы они демонстрировали свойства,

присущие мозгу. Нейронная сеть в таком случае состоит из активных элементов. Схема такого элемента представлена на рис. 1.

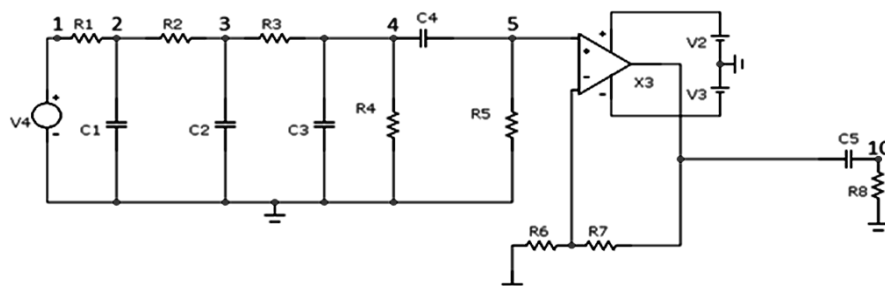


Рисунок 1 – эквивалентная схема активного элемента нейронной сети

На данной схеме RC-цепочки соответствуют участку нервного волокна, покрытого миелиновой оболочкой, а усилитель – перехвату Ранвье.

По мере прохождения сигнала по нервному волокну идёт постепенное затухание сигнала, а затем восстановление его амплитуды и формы после прохождения перехвата Ранвье. Эта закономерность наблюдается и при прохождении электрического импульса через элементы в предложенной схеме.

Моделирование прохождения сигнала через данный активный элемент проводилось в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap 9. Полученные результаты обрабатывались в среде Microsoft Excel и описывались математически с помощью функции Гаусса:

$$f(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{(t-a)^2}{\sigma^2}\right) \quad (1)$$

где A – амплитуда сигнала, a – координата максимума функции Гаусса по оси абсцисс, σ – полуширина сигнала, когда $f(t)$ уменьшается в e раз.

На рисунке 2 представлен исходный сигнал в виде функции Гаусса.

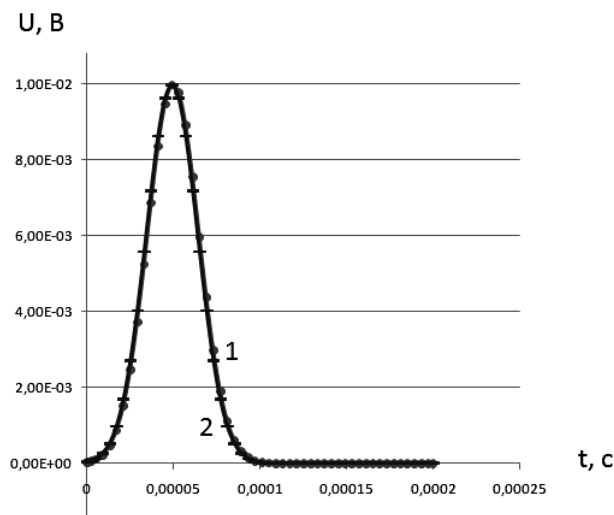


Рисунок 2 – Исходный сигнал (точка 1 на рисунке 1)

1 – радиотехническая модель; 2 – математическая модель

Для описания графиков, полученных в точках 2, 3, 4 на рисунке 1, используется формула:

$$f_1 t = \begin{cases} A \cdot \exp -\frac{t-a}{\sigma_1^2}, & t \leq a \\ A \cdot \exp -\frac{(t-a)^2}{\sigma_2^2}, & t > a \end{cases} \quad (2)$$

Для более точной аппроксимации данных, полученных в среде Micro-Cap 9, введем характерное время затухания сигнала τ :

$$U_1 t = f_1 t + \theta t - a * A_1 * \exp -\frac{t}{\tau}, \quad (3)$$

где $\theta t = \begin{cases} 0, & t \leq a \\ 1, & t > a \end{cases}$

Полученные графики представлены на рисунках 3 – 5:

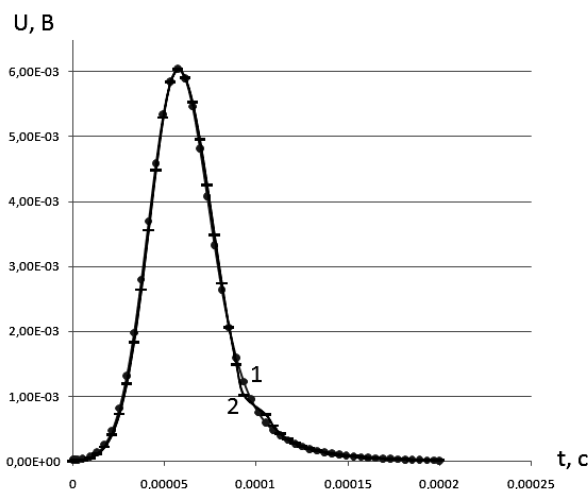


Рисунок 3 – Сигнал после первой RC-цепочки (точка 2 на рисунке 1)

1 – радиотехническая модель;
2 – математическая модель

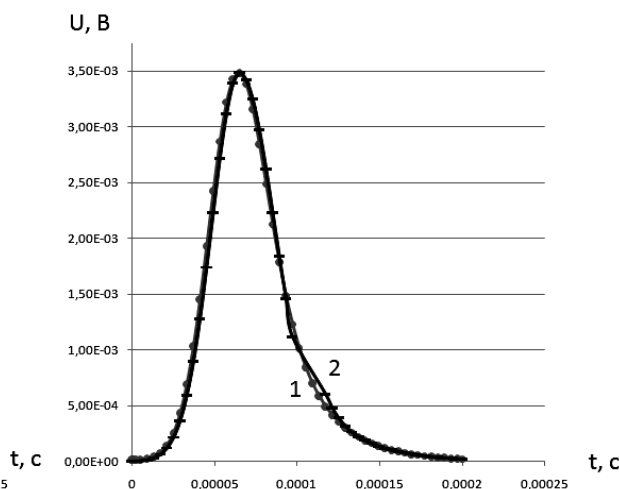


Рисунок 4 – Сигнал после двух RC-цепочек (точка 3 на рисунке 1)

1 – радиотехническая модель 2 –
математическая модель

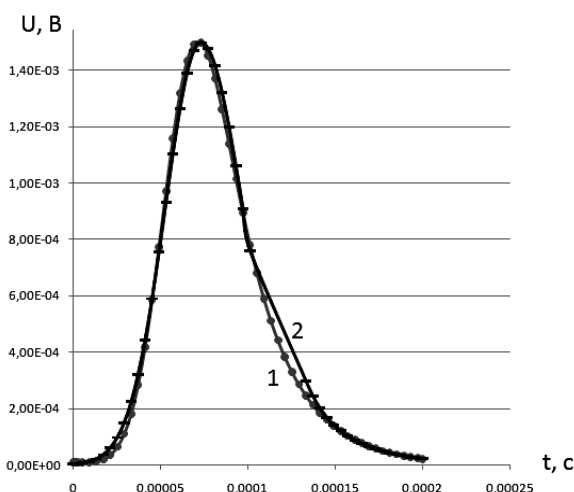


Рисунок 5 – Сигнал, прошедший три RC-цепочки (точка 4 на рисунке 1)

1 – радиотехническая модель
2 – математическая модель

В точке 5 на рисунке 1 появляется отрицательное смещение сигнала по напряжению, поэтому для описания выходного сигнала, используется формула:

$$f t = f_1 t + f_2(t) \quad (4)$$

где $f_1(t)$ – положительная часть сигнала; $f_2(t)$ – отрицательная часть сигнала

$$f_2 t = \begin{cases} A_{отр} * \exp -\frac{t-a_{отр}}{\sigma_3^2}, t \leq a_{отр} \\ A_{отр} * \exp -\frac{(t-a_{отр})^2}{\sigma_4^2}, t > a_{отр} \end{cases} \quad (5)$$

Экспоненциальное затухание сигнала требует добавления ещё одного слагаемого:

$$U t = f t + \theta t - a * A_1 * \exp -\frac{t}{\tau} \quad (6)$$

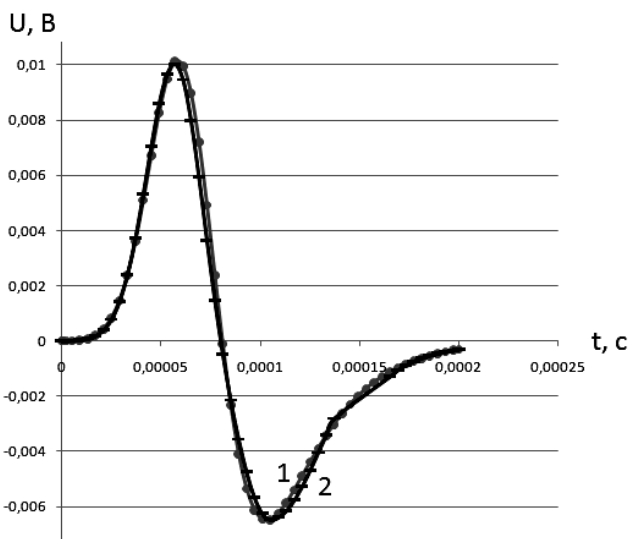
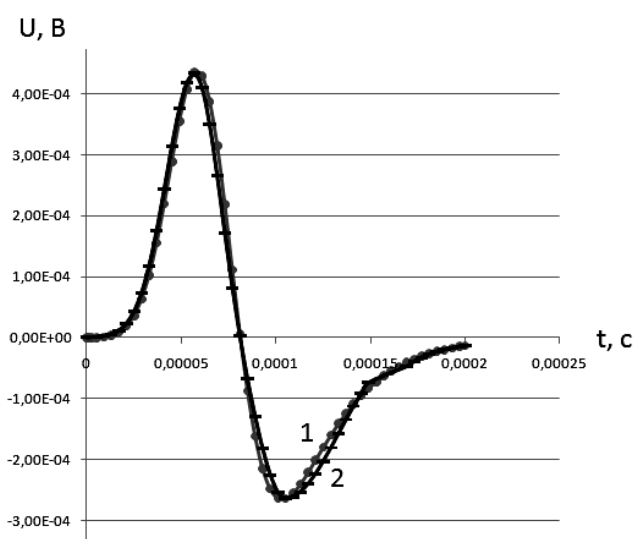


Рисунок 6 – Сигнал перед усилителем (точка 5 на рисунке 1)
1 – радиотехническая модель
2 – математическая модель

Рисунок 7 – Выходной сигнал (точка 10 на рисунке 1)
1 – радиотехническая модель
2 – математическая модель

Таблица 1

Изменение параметров функции Гаусса

№ точки измерения	A, мВ	A _{отр} , мВ	a, мкс	a _{отр} , мкс	σ ₁ , мкс	σ ₂ , мкс	σ ₃ , мкс	σ ₄ , мкс	A ₁ , мВ	τ, мкс
1	10	-	49,1	-	16	16	-	-	-	-
2	6	-	57,1	-	22	27	-	-	0,25	26,4
3	3,49	-	65,1	-	24	30	-	-	0,29	27,9
4	1,5	-	73,1	-	29	34	-	-	0,25	28,3
5	0,435	-0,264	57,1	105	21	18	21	39	0,03	36,5
10	10	-6,48	57,1	105	20	18	23	35	2,13	30,5

Таким образом, по мере прохождения сигнала по нервному волокну:

- после прохождения четырёх RC-цепочек амплитуда A уменьшается в 23 раза, но восстанавливает своё максимальное значение после прохождения через усилитель;

- пройдя три RC-цепочки, сигнал увеличивается по ширине ($\sigma_1 + \sigma_2$) в 2 раза, а после четвёртой RC-цепочки ширина положительной части сигнала уменьшается в 1,6 раз, но появляется отрицательная часть;

- отрицательная часть сигнала остаётся и после усилителя;

- положение максимума гауссиана a изменяется после прохождения сигнала через RC-цепочки.

- после прохождения четвёртой RC-цепочки появляется отрицательное смещение сигнала, которое остается после прохождения через усилитель;

- величина характерного времени затухания τ имеет одинаковый порядок при прохождении сигнала через RC-цепочки.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Простова О.Н.

Пензенская государственная технологическая академии

olga-spr10@rambler.ru

Статистической проверкой описывающих и предсказывающих свойств является проверка адекватности, информативности и устойчивости параметров обучающей и контрольной выборок [1].

Целью проведенных исследований являлось выявление наиболее информативно-значимых параметров реальных клинических данных больных перитонитом, предоставленных специалистами 6-ой горбольницы им. Захарьина г. Пензы. В ходе эксперимента оценивались группы параметров: тромбоцитарный гемостаз, коагуляционный гемостаз, антикоагулянтное звено, тесты, характеризующие фибринолиз и другие, которые рассматривались в трех исходах и сравнивались с «нормой». Первый исход – больные остались живы, второй - умерли в отдаленный период времени, третий – умерли в первые двое суток.

Для оценки параметров, использовался как стандартный, так и специализированный математический аппарат статистики и биометрии. Применялись стандартные и специализированные критерии: Фишера, Бокса-Веца, Дарбина-Уотсона, RS, поворотных точек, коэффициент информативность по

Кульбаку, количество информации по Шеннону, диагностический коэффициент [1-3].

В ходе исследования, был разработан алгоритм процесса автоматизации статистической обработки медико-биологических данных (рисунок 1). На основе разработанной схемы алгоритма была создана программа на языке Visual Basic Application, позволяющая оптимизировать скорость расчетов по указанным критериям [4]. Программой производится анализ и обработка входной информации для последующего представления результатов вычислений в удобной для исследования форме. Для этого производится автоматический подсчет: частоты наличия симптома, апостериорных и априорных вероятностей, коэффициента информативности по Кульбаку, количества информации по Шеннону, диагностического коэффициента. А также автоматизировано производится проверка симптома (параметра гемостаза) на информативность.

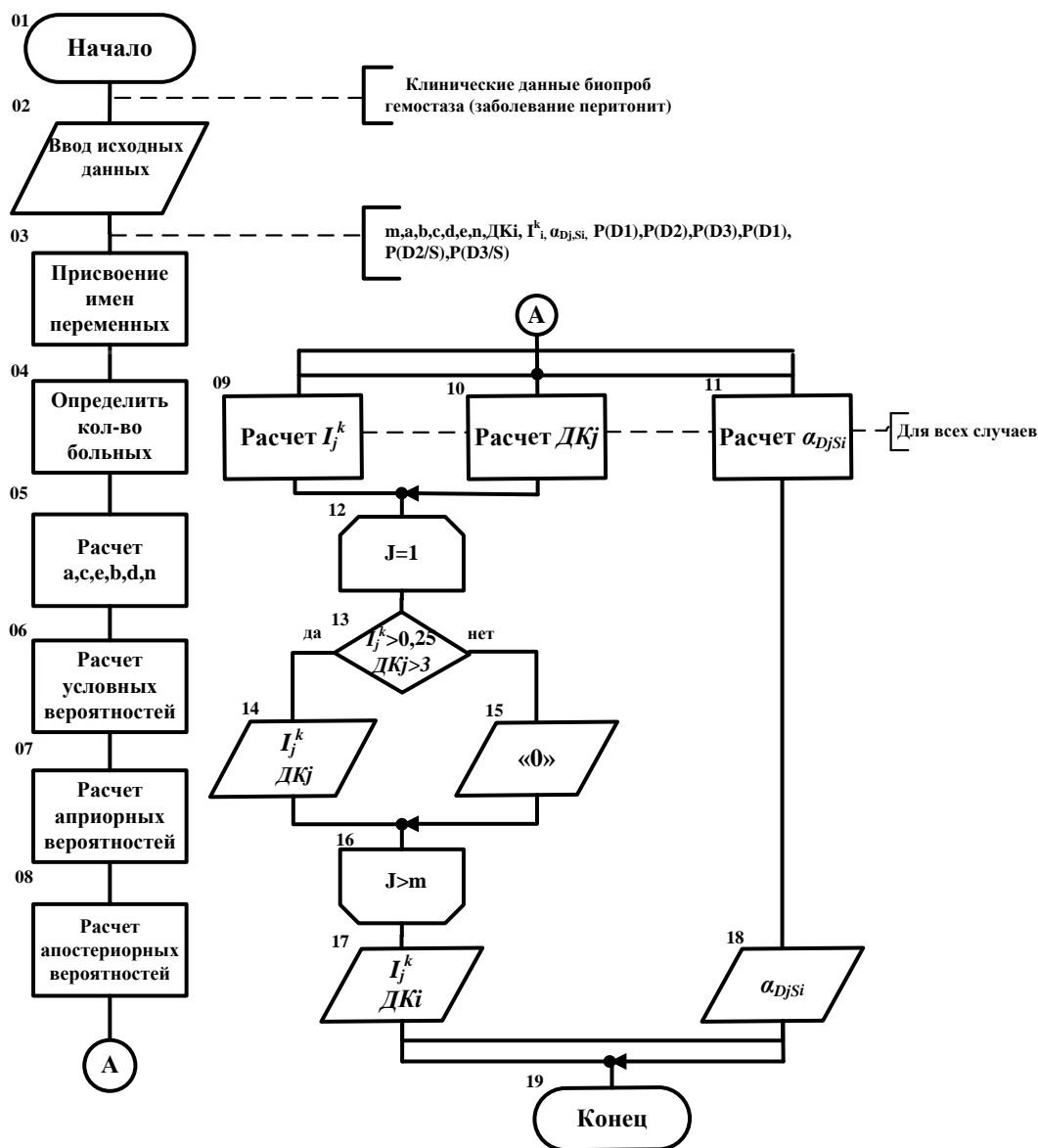


Рисунок 1.Схема алгоритма процессов автоматизации статистической обработки данных

1. Сидорова М.А. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «ВМА и ПМЭ».- Пенза: Изд-во ПГТА, 2008.
2. Спиридонов И. Н., Самородов А.В. Методы и алгоритмы вычислительной диагностики.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 50 с.
3. Лакин Г.А. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.: ил.
4. Гарнаев А.Ю. Самоучитель VBA – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БВХ - Петербург 2004, 560с

ФАЗОЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ФОНОВУЮ ЭЭГ И ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТУЕМЫХ

Пушкин А.А.

*НИИ Нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ
artyompushkin@yandex.ru*

Фазозависимое влияние зрительной стимуляции на фоновую ритмическую активность головного мозга человека к настоящему времени еще мало изучено и в литературе недостаточно широко представлено. Однако, с нашей точки зрения, данная проблема представляет собой значительный интерес в психофизиологическом и нейрофизиологическом представлениях когнитивных функций человека.

Когнитивные функции человека могут модулироваться частотно – фазовыми подстройками эндогенных ритмов под воздействие внешних стимулов. Доказана функциональная значимость альфа–ритма в процессах организации восприятия, обработки информации, внимания. Экспериментально подтверждено, что если стимул совпадает с положительной фазой альфа - ритма, то у человека наблюдается улучшение процессов запоминания[1]. Можно предположить, что психический процесс памяти сильно зависит от субъективного эмоционального состояния человека, что, скорее всего, и опосредует процесс сохранения информации.

Выявлено существование функциональной связи альфа – ритма с процессами памяти (зрительная память) и роль зрительной коры в идентификации и сохранении образов, что отражается в усилении мощности в верхнем альфа - частотном диапазоне [2,5].

Вышеперечисленные данные показывают, что исследование влияния постсинаптических потенциалов на пейсмекерную ритмику приобретает особую актуальность в нейронаке.

Для психофизиологического подхода, как нам представляется, особую актуальность приобретают аспекты эмоционального состояния человека и их

изменения в зависимости от фазозависимой зрительной стимуляции. Более четкое понимание соотношения фоновой и вызванной ритмической активности позволит сформировать механизмы оптимизации функционального состояния человека, что в свою очередь, может внести вклад в инженерную и клиническую психологию.

Но для того, чтобы перейти к описанию проблемы зависимости фоновой ритмической активности от фазозависимой зрительной стимуляции необходимо, с нашей точки зрения, постараться понять механизмы генерации и функциональное значение фоновой альфа - активности головного мозга, также какую роль она может играть в интегративных функциях ЦНС? Этот вопрос остается актуальными в науке о мозге и на сегодняшний день.

Уолтер [3] предложил теорию внутреннего сканирования как функцию электрических ритмов мозга на заключительном этапе восприятия. Ритмичность он считает признаком непрерывного поиска информации. Альфа-ритм был им выдвинут в качестве возможного претендента на реализацию процесса внутреннего сканирования.

Шевелев в очень длительных исследованиях показал, что альфа – ритм функционально связан с уровнем восприятия и осознания сигналов[4]. Имеются данные о том, что альфа-ритм осуществляет фазовую модуляцию возбуждения анализаторов, в результате чего наибольший эффект от сенсорного воздействия возникает лишь в определенной фазе альфа-волны. Было показано, что величина ответной реакции на световой стимул, латентный период двигательной реакции при предъявлении световой вспышки были максимальны при подаче стимула в момент перехода негативной фазы альфа-волны в позитивную.

Sauseng и Klimesch полагают, что функционирование тормозных процессов в таламусе и таламо–кортикальной обратной петли генерирует частотный диапазон в пределах 8-13 Гц[1]. Однако, функциональная роль фонового 8 – 13 Гц частотного диапазона в организации когнитивных функций человека в данных работах остается до конца нераскрытой.

Известно, что уровень корковой активации зависит от амплитуды альфа - ритма: увеличение амплитуды веретенообразной активности отражает деактивацию коры. Ранее считали, что амплитуда и частота альфа - осцилляций, регистрируемых на поверхности скальпа–это результат последовательности процессов торможения и возбуждения постсинаптических потенциалов пирамидных нейронов коры, которые зависят от влияния кортикальных модулей, кортико-таламо-кортикальных взаимодействий и ингибиторного влияния таламических ретикулярных волокон. На современном этапе развития нейронауки полагают, что альфа – активность пейсмекерная по происхождению и генетически детерминирована.

Приведенные выше работы показывают значимость механизмов влияния фоновой ритмики на параметры вызванных потенциалов человека, но исследование синхронизации внешних стимулов с фазами эндогенной ритмики еще мало представлено в литературе и для нас приобретает особую актуальность.

Так, в наших исследованиях по зависимости эндогенной ритмики от фазозависимой зрительной стимуляции для автоматического анализа частотно-

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

фазовых параметров фоновой биоэлектрической активности мозга человека в режиме реального времени нами был применен 4-х канальный микропроцессорный интеллектуальный интерфейс. Доминирующая частота альфа-ритма испытуемых определялась путем вычисления усредненных спектров мощности. В дальнейшем зрительный стимул предъявлялся на фазы «максимальной и минимальной возбудимости» фонового альфа - ритма, фаза предъявления стимула определялась с учетом времени прохождения афферентного потока в зрительном анализаторе. Фаза «максимальной возбудимости» составила 240° (рис. 1А), а фаза «минимальной возбудимости» – 260° (рис. 1Б). Было произведено по 100 накоплений стимулов на каждую фазу. Также, в период завершения стимуляции учитывалось эмоциональное состояние человека. По предварительным устным отчетам испытуемых, мы предполагаем, что если стимул предъявляется на восходящую фазу, то человек испытывает негативно окрашенные эмоции, а, в свою очередь, стимуляция нисходящей фазы сопровождается позитивными переживаниями.

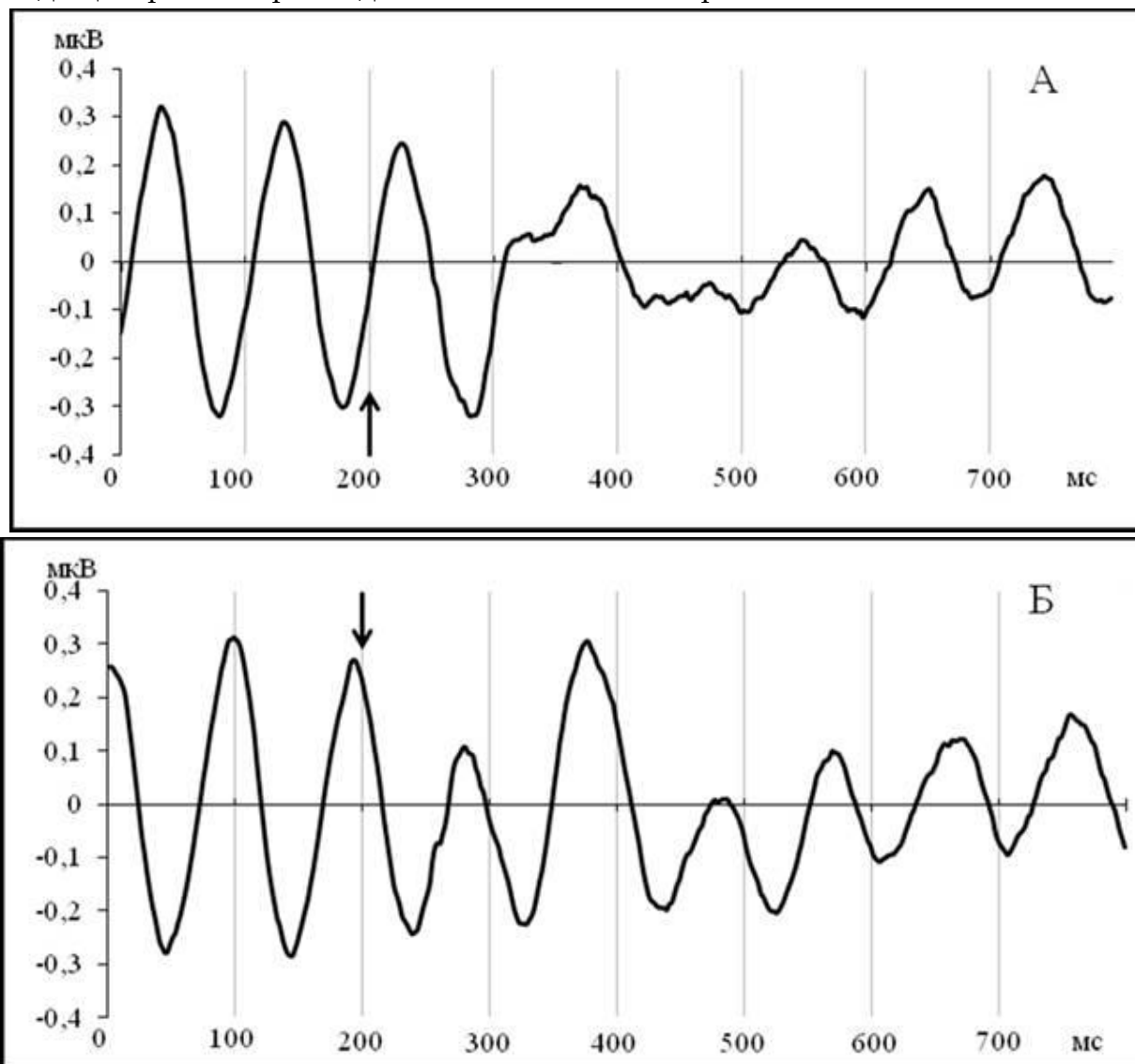


Рис. 1. Усредненный альфа-ритм зрительной коры человека, полученный при визуальной стимуляции. А - стимул предъявлялся на восходящую фазу. Б – стимул предъявлялся на нисходящую фазу. Стрелкой обозначена метка стимула

Из Рис.1 следует, что если стимул предъявляется на восходящую фазу, то происходит «срыв» фонового ритма, с последующим восстановлением. Данную перестройку можно попытаться объяснить тем, что внешний стимул вмешивается в функционирование эндогенной ритмики, которая, в свою очередь, генетически детерминирована. Однако, стимул, предъявленный на нисходящую фазу ритма, усиливает ритмику, пейсмекерную по происхождению, что и отражается в субъективном плане в качестве положительно окрашенных переживаний и воспоминаний. В заключение можно добавить, что фоновый альфа – ритм играет важную роль в организации когнитивных функций человека и, с нашей точки зрения, дальнейшее исследование проблемы соотношения пейсмекерной активности с синаптической может внести значительный вклад в понимание психофизиологических аспектов оптимизации процессов памяти и функциональных состояний человека в целом.

1. Sauseng, P., Klimesch W., 2008. What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes?: Review. *Neurosci. and biobehavioral Reviews* 32, 1001 – 1013
2. Klimesch, W., Schack, B., Sauseng, P., 2005. The functional significance of theta and upper alpha oscillations for working memory: a review. *Exp. Psychol.* 52, 99–108.
3. Уолтер, Г. Живой мозг. - М.: Мир. – 1969. – 300 с.
4. Шевелев, И.А. Оpozнание изображений на разном расстоянии от центра взора в зависимости от фазы альфа-волны ЭЭГ/ И.А. Шевелев, В.М. Каменкович, Н.Б. Костелянц, Г.А. Шараев // Сенсорные системы. - 1988. - Т.2. - №4. - С. 368.
5. Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schwaiger, J., Auinger, P., Winkler, T., 1999. 'Paradoxical' alpha synchronization in a memory task. *Cogn. Brain Res.* 7, 493–501

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Радченко Г.С.

*Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского
southpark@sandy.ru*

Введение

Музыка и отдельные ее элементы активно используются в системах с биологической обратной связью, в интерфейсах мозг – компьютер и в различных программах психологической реабилитации [2;4;5]. К сожалению, на сегодняшний

день недостаточно изучено влияние музыки на психофизиологическое состояние человека, и до сих пор отсутствуют объективные показатели позволяющие прогнозировать результат прослушивания определенным человеком в конкретном состоянии отдельного музыкального произведения. Нами было проведено исследование изменения показателей variability сердечного ритма во время прослушивания классического музыкального произведения. Мы предполагаем, что результат влияния музыки и ее отдельных компонентов может быть связан с исходными параметрами вегетативной регуляции и исходным психологическим состоянием и что учет этих параметров при прогнозировании воздействия музыки поможет более эффективной работе в областях использующих музыку как средство коррекции.

Процедура и методы исследования

Для регистрации сердечного ритма использовались аппаратно программные комплексы ЭЭГА – 21/26 «Энцефалан – 131 – 03» и Нейрософт «ВНС Микро».

Для оценки типа вегетативной регуляции использовался метод кардиоинтервалографии. С помощью быстрого преобразования Фурье рассчитывался спектр мощности колебаний продолжительности R – R интервалов. Расчет параметров частотной компоненты спектра проводился в соответствии со стандартами Европейского Кардиологического Общества и Северо–Американского общества стимуляции и электрофизиологии [3].

Для анализа были использованы следующие спектры частот:

- 1). Высокие частоты (High Frequency – HF) – 0,15 – 0,40 Гц. Мощность данного диапазона свидетельствует об активности парасимпатической нервной системы.
- 2). Низкие частоты (Low Frequency – LF) – 0,04 – 0,15 Гц. Мощность данного диапазона является маркером активации симпатической нервной системы.
- 3). Очень низкие частоты (Very Low Frequency – VLF) – 0,003 – 0,04 Гц. Мощность данного диапазона связывают с гуморальной регуляцией.

Вычислялся коэффициент симпатико – парасимпатического баланса LF/HF. Рассчитывался доленой вклад каждого компонента спектра в общую структуру.

Для оценки степени ваготонии или симпатотонии в едином масштабе предложен показатель уровня вегетативного баланса: $УВБ = \lg LF/HF$ (отрицательные значения показывают уровень ваготонии, положительные – симпатотонии).

Для оценки психологического состояния использовалась методика оперативной оценки самочувствия, активности и настроения (САН). Для анализа использовались все показатели методики («самочувствие», «активность», «настроение»), а также показатели изменений этих значений между заполнениями методики. Статистическая обработка велась при помощи программ Microsoft Office Excel 2003 и Statistica 6.1, вычислялись коэффициенты корреляции по Спирмену и t критерий Стьюдента для зависимых и независимых выборок.

Запись электрокардиограммы осуществлялась в положении сидя и состояла из трех проб: во время первой регистрировалась фоновая ЭКГ для определения исходного типа вегетативной регуляции, во время второй испытуемым в наушники

предъявлялся отрывок музыкального произведения, во время третьей регистрировалась фоновая ЭКГ для определения типа вегетативной регуляции после прослушивания музыкального произведения. Продолжительность всех фоновых проб три минуты. До и после регистрации ЭКГ испытуемым предлагалось заполнить бланк методики САН. В качестве стимульного материала использовался отрывок из музыкального произведения Рихарда Вагнера «Полет Валькирии». По совокупности средств музыкальной выразительности данное произведение относится к эрготропным, что на психологическом уровне способствует эмоциональному подъему, а на физиологическом общей активации выражающейся в повышении артериального давления, учащении дыхания и пульса [1].

В исследовании приняло участие 28 добровольцев обоего пола, в возрасте от 17 до 21 года. На основании оценки типа вегетативной регуляции по первой фоновой записи ЭКГ испытуемые были разделены на две группы: симпатотоники (15 чел.) и ваготоники (13 чел.). На основании изменения типа вегетативной регуляции после прослушивания испытуемые были разделены на четыре подгруппы: ваготоники с изменениями типа вегетативной регуляции и без его изменения и симпатотоники с изменениями и без изменения типа вегетативной регуляции. Дальнейший анализ проводился внутри этих подгрупп. В контрольной группе в качестве испытуемых приняло участие 30 добровольцев обоего пола в возрасте от 17 до 26 лет. На основании оценки типа вегетативной регуляции по первой фоновой записи ЭКГ испытуемые также были разделены на две группы: симпатотоников (12 чел.) и ваготоников (18 чел.). Дальнейший анализ этих групп проводился аналогично экспериментальной выборке.

Результаты исследования

Для ваготоников, прослушавших музыкальное произведение, были выявлены достоверные различия по показателю «самочувствие» ($p = 0,05$) до и после прослушивания музыки. Схожая тенденция наблюдалась и для показателя «настроение», где получены результаты близкие к достоверному различию ($p = 0,08$).

Для выборок, изменивших исходный тип вегетативной регуляции после прослушивания музыкального произведения, были получены следующие результаты: для испытуемых прослушавших музыкальное произведение были выявлены достоверные различия ($p = 0,05$) между параметрами «настроение» до и после прослушивания; для ваготоников, изменивших тип вегетативной регуляции после прослушивания эти различия были более выражены ($p = 0,02$). Показано достоверное различие ($p = 0,03$) по параметру «настроение» между выборкой ваготоников, изменивших тип вегетативной регуляции после прослушивания, и выборкой ваготоников, сохранившей исходный тип. Это позволяет предположить наличие взаимосвязей типа вегетативной регуляции и динамики спектра variability сердечного ритма с показателем «настроение» по методике САН. Выявлены достоверные различия ($p = 0,02$) по параметру «исходного самочувствия» для выборок ваготоников и симпатотоников.

По результатам анализа variability сердечного ритма были выявлены достоверные различия ($p = 0,03$) устойчивости изменения типа вегетативной

регуляции после прослушивания музыкального произведения, показано, что для ваготоников изменения типа вегетативной регуляции во время и после прослушивания более устойчивы. В группах симпатотоников и ваготоников выявлено достоверное различие в исходной структуре спектра variability между подгруппами с реакцией инверсии и подгруппами, сохранившими исходный тип вегетативной регуляции (Рис.1).

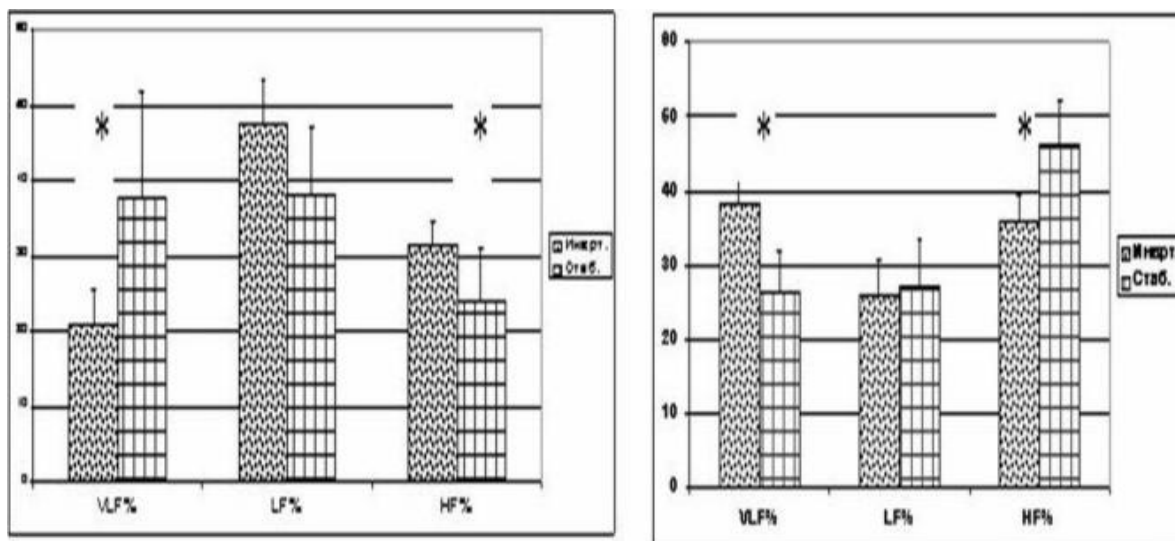


Рис. 1 Связь между исходным типом вегетативной регуляции и реакцией на прослушивание музыкального произведения. Звёздочками обозначены достоверные различия

У симпатотоников достоверно различается доля HF компонента: для подгруппы с инверсией характерно преобладание HF компонента в общую структуру спектра variability. Для ваготоников характерно преобладание HF компонента для группы, сохранившей исходный тип вегетативной регуляции.

Сравнение экспериментальной и контрольной групп с исходной ваготонией выявило различия в долевого распределении HF компонента во время ($p = 0,01$) и после ($p = 0,03$) экспериментального воздействия. Это позволяет предположить, что динамика долевого вклада этого компонента для испытуемых с исходным парасимпатическим типом вегетативной регуляции зависит от процедуры воздействия (ожидание прослушивания, прослушивание музыкального произведения).

Выводы

Ваготоники в большей степени подвержены изменению типа вегетативной регуляции при прослушивании активирующего музыкального произведения, и данные изменения носят у них более устойчивый характер. На результат прослушивания музыкального произведения влияют такие параметры, как исходная структура спектра variability сердечного ритма и исходный уровень вегетативного баланса.

1. Декер–Фойгт Г.- Г. Введение в музыкотерапию; пер. с нем.О.Гофман. – СПб-Питер 2003
2. Федотчев А.И., Судовцов В.Е. Современные возможности и подходы к активизации познавательной деятельности человека. Учебно-методическое пособие. М.: ИРДПО, 2009 - 75 с.
3. Heart rate variability. Standarts of Mesurement, Physiological Interpretation and Clinical Use // Circulation. — 1996. — V.93, N5, — P.1043.
4. *Suzanne B. Hanser* From Ancient to Integrative Medicine: Models for Music Therapy
Music and Medicine 2009 1: 87-96.
5. Wu D, Li C-Y, Yao D-Z, 2009 Scale-Free Music of the Brain. PLoS ONE 4(6): e5915. doi:10.1371/journal.pone.0005915

СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАМЕНТА С ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ БОС-АЛЬФА-ТРЕНИНГА³

Рогожина Н.В.

*Национальный исследовательский Университет "Высшая школа экономики",
Москва, Россия
RogozhinaNV@gmail.com*

Исследования темперамента занимают одно из ведущих мест в современной психологии. Темперамент традиционно рассматривается в связи с физиологическими особенностями индивида, которые могут проявиться в объективных показателях работы мозга.

Данное исследование посвящено выявлению связи между индивидуально-личностными свойствами темперамента, полученными по результатам трех опросников (Личностный опросник Айзенка (ЕРІ), Опросник формально-динамических характеристик поведения (ОФДХП), Опросник структуры темперамента (ОСТ)) и успешностью прохождения альфа-тренинга с использованием метода биологической обратной связи (БОС). В качестве гипотезы исследования выступало предположение о наличии связи между типом нервной системы человека и эффективностью прохождения альфа-тренинга, а именно: люди, отличающиеся по степени уравновешенности нервной системы, будут демонстрировать разную динамику альфа-тренинга с использованием методики БОС.

³ Исследование осуществлено в рамках программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2011 году.

В исследовании приняли участие 11 испытуемых в возрасте 19-20 лет. ЭЭГ регистрировали в 2-х отведениях в затылочной области (О1 и О2). Проводили по три экспериментальные серии с каждым испытуемым, каждая длительностью 15 минут, во время которых информация о мощности наличного альфа-ритма на отведении О1 была представлена испытуемому в виде изображения шара,двигающегося вверх и вниз по экрану монитора. Испытуемым давалась инструкция опустить шар как можно ниже, что достигалось за счет увеличения мощности альфа-ритма. Измерялась мощность альфа-ритма на обоих отведениях. Статистическая обработка проводилась с использованием статистического пакета SPSS Statistics 17.0.

По результатам анализа данных опросников испытуемые были разделены на четыре группы, каждая из которых состояла из представителей одного из типов темперамента. Итоговая выборка состояла из двух флегматиков (людей со стабильным уравновешенным типом НС), трех сангвиников (людей с подвижным уравновешенным типом НС), трех меланхоликов (людей со слабым типом НС) и трех холериков (людей с подвижным неуравновешенным типом НС).

Динамика мощности альфа-ритма проводилась через разделение количества эпох в каждой экспериментальной сессии на четыре части, полученные части усреднялись и на основе этих усреднений делали вывод об изменении мощности альфа-ритма.

В результате анализа динамики альфа-ритма всех групп испытуемых были сделаны следующие выводы:

1. Флегматики – люди стабильного уравновешенного типа НС и сангвиники – люди подвижного уравновешенного типа НС демонстрировали значимое уменьшение мощности альфа-ритма по результатам тренинга (рис.1, 2). Уменьшение мощности альфа-ритма у флегматиков составило в среднем 13,6%, у сангвиников – 30,6%.



Рисунок 1. Среднее значение мощности альфа-ритма (флегматики)

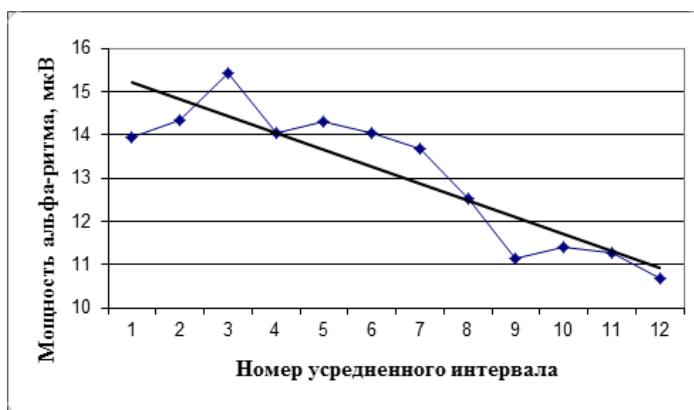


Рисунок 2. Среднее значение мощности альфа-ритма (сангвиники)

2. Меланхолики – люди, относящиеся к слабому типу НС, демонстрировали значимое увеличение мощности альфа-ритма от 1-ой серии к 3-й, которое составило в среднем 39,5% (рис.3). Холерики – люди, относящиеся к подвижному неуравновешенному типу нервной системы (НС), демонстрировали значимые различия между мощностью альфа-ритма в начале первой серии и в конце третьей (мощность альфа-ритма увеличилась в среднем на 16,7%), а также наблюдалось увеличение мощности альфа-ритма во второй экспериментальной серии, которое к третьей серии снова снизилось (рис. 4).



Рисунок 3. Среднее значение мощности альфа-ритма (меланхолики)



Рисунок 4. Среднее значение мощности альфа-ритма (холерики)

На основании имеющихся данных можно предположить, что подобные различия могут быть вызваны двумя причинами:

Во-первых, для людей с уравновешенными типами нервной системы (флегматики, сангвиники) проведенного количества сеансов могло оказаться недостаточно для понимания принципа работы, который от них требовался, и при проведении большего количества экспериментальных обучающих сессий они могли бы продемонстрировать больший прогресс. Так, в исследованиях Голубевой также была показана наибольшая успеваемость среди людей со слабой нервной системой, что могло быть обусловлено их большей реактивностью, то есть степенью реакции на внешние стимулы, чем у людей, обладающих сильными типами нервной системы. В силу этого, как школьное обучение, так и обучение по методу БОС может проходить у таких людей легче – в нашем исследовании меланхолики продемонстрировали наибольший прогресс, несмотря на то, что холерики также оказались успешными в прохождении альфа-тренинга. Возможно также, что в случае более длительного обучения прогресс людей с уравновешенным типом нервной системы был бы более стабильным, чем у людей с неуравновешенным типом нервной системы (меланхолики, холерики), ввиду того что приобретенный навык оказывается более устойчивым из-за меньшей подверженности «сбивающего» влияния внешних условий.

Во-вторых, подобный тип БОС-протокола может быть неэффективным для людей с уравновешенными типами нервной системы, и необходим другой вид тренинга. На данный момент имеется большое количество разных БОС-ЭЭГ-тренингов, и каждому человеку будет более целесообразно подбирать тренинг индивидуально [3]. Люди, обладающие уравновешенным типом нервной системы, особенно флегматики, достаточно трудно поддаются эмоциональному возбуждению, на устранение которого и направлен альфа-тренинг, традиционно связываемый с релаксацией, поэтому результативность тренинга была для них очень низка. Для таких людей, возможно, более результативным оказался бы, к примеру, тета/бета ингибирующий тренинг, который применялся Базановой [2] для людей с дефектами концентрации внимания, - людям с уравновешенной нервной системой может быть сложно быстро сконцентрировать свое внимание на каком-то объекте или переключать внимание, поэтому подобный тренинг мог бы в итоге дать лучшие результаты, чем альфа-тренинг, несмотря на то, что процесс обучения, как уже было отмечено в первом пункте, должен быть достаточно длительным для получения устойчивых и достоверных результатов.

Выводы

На основании проведенного исследования можно говорить о том, что:

Люди, обладающие уравновешенным типом нервной системы (флегматики и сангвиники), демонстрируют регресс по результатам трех экспериментальных сессий альфа-тренинга.

Люди, обладающие неуравновешенным типом нервной системы (меланхолики и холерики), демонстрируют значимый прогресс по результатам первых трех экспериментальных сессий альфа-тренинга.

Следовательно, такой параметр как подвижность нервной системы является значимым при эффективности обучения БОС-альфа-тренингу.

1. Базанова О.М. Индивидуальные характеристики альфа-активности и сенсомоторная интеграция: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Новосибирск, 2009. – 39 с.

2. Базанова О.М., Штарк М.Б. Биоуправление в оптимизации музыкальной деятельности // Бюллетень СО РАМН. – 2004, №3 (113). – С. 114-122

3. Каплан А.Я. ЭЭГ как управляющий сигнал: на пути к биотехнической нейрокоммуникации // в сб. Биоуправление-21: теория и практика, Н-ск, 2010, С. 7-19

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ В СТРЕЛКОВОМ СПОРТЕ

Салихова Р.Н.¹, Ратманова П.О.¹, Коликов М.Б.², Напалков Д.А.¹

*¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ²Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма
napalkov@neurobiology.ru*

Введение

В основе успеха любой деятельности, выполняемой человеком, лежит оптимальное функциональное состояние его организма. Особенно ярко это проявляется в спорте высших достижений. Можно утверждать, что на высших ступенях спортивного мастерства в точностных видах спорта наибольшее значение приобретает тренировка, направленная на формирование определенного функционального состояния спортсмена. Спортсмен старается запомнить и научиться устойчиво воспроизводить на соревнованиях то состояние, в котором он ранее достиг наивысших результатов [1].

Один из способов объективной оценки функционального состояния спортсмена – анализ комплекса физиологических показателей, таких как энцефалограмма, кардиограмма, пневмограмма, окулограмма, миограмма и др. Данное направление исследований позволяет, с одной стороны, приблизиться к пониманию физиологических механизмов проявления наивысших возможностей организма

человека в данном виде спорта [4], а с другой стороны, обеспечивает основу для применения методов тренировки с помощью биологической обратной связи [3].

Технический прогресс открывает новые возможности для таких исследований. Аппаратура, которая еще несколько лет назад требовала для своей работы специальных условий и отдельных помещений, сейчас стала компактной и может использоваться непосредственно на огневом рубеже. Таким образом, новые технические возможности позволяют оценить реальное функциональное состояние спортсмена во время стрельбы (а не моделировать его в условиях лаборатории) и широко применять психофизиологические методы в тренировочном процессе.

Целью данной работы являлось выявление психофизиологических коррелят оптимального функционального состояния стрелка и определение возможных методов его оптимизации.

Методика исследований

В исследовании приняли участие стрелки различной квалификации: 11 испытуемых контрольной группы, не имеющих специальной стрелковой подготовки; 9 испытуемых, достигших высоких результатов в стрельбе (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта), 5 испытуемых, достигших выдающихся результатов в стрельбе (заслуженные мастера спорта, члены Национальной сборной команды России).

Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали в тире 25 метров в состояниях спокойного бодрствования с открытыми и закрытыми глазами, а также непосредственно во время прицеливания и совершения выстрела (из пистолета) с помощью 24-канального полиграфа «CONAN-M» в 13 отведениях (F₃, F₄, C₃, C₄, P₃, P₄, O₁, O₂, T₇, T₈, Fz, Pz, Cz) монополярно. Одновременно с ЭЭГ записывали кардиограмму, окулограмму, пневмограмму и миограмму. Кроме того, регистрировали траекторию перемещения центра давления на опору системы «тело стрелка – оружие» с помощью специально модифицированного для использования в стрелковом спорте стабиланализатора «Стабилан 01-2».

Исследования проводили в соответствии с Всеобщей декларацией о биоэтике и правах человека. Проведение исследования разрешено Комиссией по биоэтике МГУ имени М.В.Ломоносова.

Результаты и их обсуждение

Электроэнцефалограмма. В состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами и испытуемые контрольной группы, и стрелки высшей квалификации демонстрировали выраженный альфа-ритм (рис. 1), который существенно снижался при открывании глаз. Анализ электроэнцефалограммы в период, предшествующий выстрелу (5 секунд) показал, что у испытуемых контрольной группы происходит еще более выраженная, чем при открывании глаз депрессия альфа-ритма. В тот же период стрелки высшей квалификации демонстрируют выраженную активность в альфа-диапазоне ЭЭГ, причем амплитуда

спектра мощности в большинстве отведений достоверно больше, чем в состоянии спокойного бодрствования с открытыми глазами.

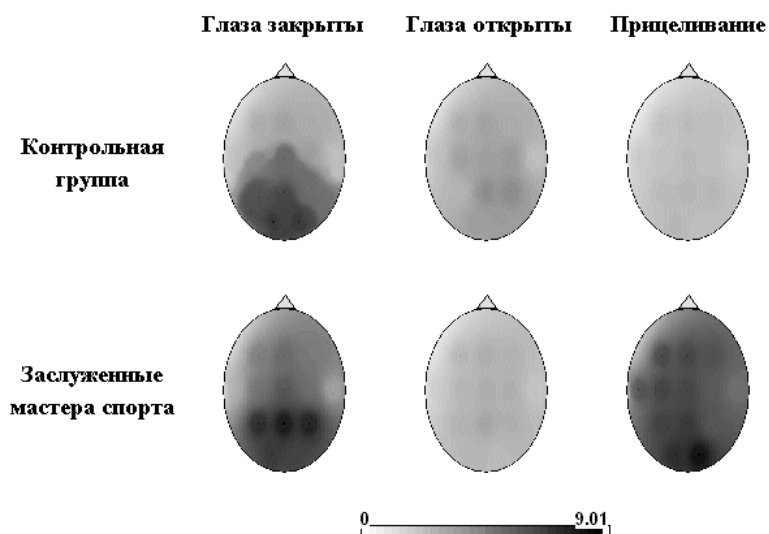


Рисунок 1. Усредненные по группам испытуемых карты топографического распределения амплитуды спектра суммарного альфа-диапазона ЭЭГ (8-14 Гц) во время различных состояний испытуемого.

Появление выраженной альфа-активности в период, предшествующий действию – феномен, довольно часто описываемый исследователями у спортсменов, занимающихся точностными видами спорта. На причины данного явления существует несколько точек зрения. Ряд авторов, например, Хатфилд с коллегами [4], предполагают, что в результате длительных тренировок у квалифицированных спортсменов происходит автоматизация навыков, что приводит к минимизации корковой активности, и, соответственно, к большей выраженности альфа-диапазона ЭЭГ. Согласно другой точке зрения [5, 2], в основе обсуждаемого явления лежат отличия в распределении внимания перед совершением выстрела у опытных и неопытных стрелков. Альфа-активность, хорошо выраженную у опытных спортсменов в левом височном отведении, связывают [4, 2] с подавлением внутренней речи во время прицеливания.

В цитированных выше работах авторы рассматривали только суммарную мощность спектра альфа-диапазона ЭЭГ без учета его возможной неоднородности. Анализ полученных в нашем исследовании данных показал, что доминирующая частота альфа-диапазона ЭЭГ спортсменов высшей квалификации в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами равна в среднем 9.9 ± 0.2 Гц, что соответствует альфа-ритму здорового взрослого человека. В тоже время, в период, предшествующий выстрелу, доминирующая частота альфа-диапазона ЭЭГ спортсменов смещается в область более высоких частот и составляет в среднем 12.6 ± 0.6 Гц. Различия доминирующей частоты в двух состояниях статистически достоверны ($Z=2.02$, $p<0.05$, критерий Вилкоксона для парных данных). Выявленные отличия не позволяют считать альфа-активность, выраженную перед выстрелом,

полностью тождественной альфа-ритму (согласно его классическому определению) и ставят вопрос о ее природе и значении.

Несмотря на неоднозначность понимания природы альфа-активности в период, предшествующий выстрелу, факт ее наличия у спортсменов высшей квалификации позволяет считать ее одним из маркеров оптимального функционального состояния. Возможно, данный вид альфа-активности отражает активное подавление деятельности областей коры головного мозга не связанных непосредственно с подготовкой выстрела. В практическом плане интересно отметить, что золотой медалист Олимпийских игр в Пекине А.Биндра (стрельба из пневматической винтовки) перед Олимпиадой прошел 150 часов тренировки с биологической обратной связью, направленной, в том числе, и на увеличение амплитуды спектра ЭЭГ в альфа-диапазоне [3].

Электрокардиограмма. Информативность ЭКГ при использовании в стрелковом спорте определяется возможностью точного измерения расстояния между R-зубцами ЭКГ (R-R интервалов). Величина R-R интервала может быть пересчитана в интуитивно более понятную частоту сокращений сердца (ЧСС). Проведенный анализ ЧСС перед выстрелом у стрелков различной квалификации позволил выявить негативное влияние среды выстрела на психоэмоциональное состояние стрелка, особенно неопытного. Переход от тренировок без патрона или от тренировок на тренажере к упражнениям, предусматривающим использование реального оружия, сопровождается у начинающих стрелков статистически значимым увеличением ЧСС, вызванным повышением напряжения. Влияние эмоционального фактора уменьшается по мере приобретения стрелкового опыта с применением боевых патронов. Кроме того, показано, что у опытных стрелков происходит существенное увеличение нескольких R-R интервалов непосредственно перед выстрелом. Данная вегетативная реакция не характерна для начинающих спортсменов.

Стабилография. Еще одним перспективным методом, облегчающим тренировочный процесс, является компьютерная стабилография. Данный метод позволяет оценить перемещения центра давления системы «тело стрелка – оружие» на опору и визуализировать как колебания спортсмена, так и влияние отдачи на устойчивость стрелка. С помощью данного метода возможен подбор оптимальной изготовления стрелка, обеспечивающей наибольшую устойчивость. Проведенные исследования показали, что в период предшествующий выстрелу, и длина траектории центра давления и площадь доверительного эллипса у опытного спортсмена в несколько раз меньше, чем у начинающего ($p < 0.01$).

Заключение

В результате анализа различных психофизиологических показателей были выделены наиболее информативные корреляты оптимального функционального состояния стрелка: выраженность альфа-диапазона ЭЭГ, снижение ЧСС перед выстрелом и высокие показатели устойчивости. Актуален как мониторинг данных показателей во время стрельбы, так и создание тренажеров с биологической

обратной связью, позволяющих существенно облегчить и ускорить процесс формирования спортсменом оптимального для стрельбы функционального состояния. Мониторинг других показателей, таких как электроокулограмма, пневмограмма и миограммы различных групп мышц позволяет выявить характерные ошибки в период подготовки к выстрелу и может служить полезным инструментом для тренировочного процесса.

1. Куделин А.И. Статьи по технике стрельбы // <http://www.scatt.ru/articles.htm>
2. Напалков Д.А., Ратманова П.О., Коликов М.Б. Аппаратные методы диагностики и коррекции функционального состояния стрелка. М.: МАКС Пресс, 2009. 212 с.
3. Harkness T. Psykinetics and Biofeedback: Abhinav Bindra wins India's first-ever individual Gold Medal in Beijing Olympics. // Biofeedback. 2009. V.37. I. 2. P. 48-52.
4. Hatfield B.D., Haufler A.J., Hung T.M., Spalding T.W. Electroencephalographic studies of skilled psychomotor performance. J. Clin. Neurophysiol. 2004. V. 21. N. 3. P. 144-156.
5. Loze G. M., Collins D., Holmes P.S. Pre-shot EEG alpha-power reactivity during expert air-pistol shooting: a comparison of best and worst shots // J. Sports Sci. 2001. N. 19. P. 727-733.

К ВОПРОСУ О ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ЛОКАЛЬНОГО РИТМОГЕНЕЗА НЕЙРОННЫХ КОЛОНК СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫСЫ

Сердюк Т.С.

*НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ
serta@bk.ru*

Одним из фундаментальных свойств, характерным как для одноклеточных, так и многоклеточных организмов, является ритмическая активность. Наиболее выраженным и тесно связанным с функциональным состоянием в коре головного мозга млекопитающих является ритмогенез в диапазоне 1-30 кол/с. Особое внимание нейрофизиологов привлекает веретенообразная активность с частотой 8–12 кол/с, которая наблюдается при переходе от состояния активного бодрствования к пассивному бодрствованию и легкой дремоте, а так же высокочастотные ритмические разряды и эпилептиформная активность, что объясняет актуальность ее изучения и с точки зрения выяснения нейрофизиологических механизмов формирования разных функциональных состояний мозга.

С началом электроэнцефалографических исследований головного мозга в 1930–1940-х годах началась и дискуссия между сторонниками собственного внутрикоркового механизма ритмической активности коры, постулированного Бремером в 1935 году, и его оппонентами, отводившими главную роль в ритмогенезе подкорковым влияниям и таламокортикальному взаимодействию.

Проведенное нами исследование пространственно-временных характеристик веретенообразной активности нейронных колонок соматической коры крысы показало, что пейсмекерный ритмогенез колонок носит локальный автономный характер и может наблюдаться при отсутствии веретен в таламусе [1].

Какие же механизмы лежат в основе подобно индивидуального локального ритмогенеза каждой отдельной колонки? Ответ может быть получен при анализе многочисленных литературных данных нейрофизиологических, иммунохимических и нейрогенетических исследований пейсмекерных потенциал-зависимых мембранных каналов гиперполяризации, которые выявлены сейчас не только в сердечной мышце и нейронах таламуса, но и во многих других структурах, в том числе и в коре мозга. Так, например, в работе Стериате и Ллинаса [2] выдвигается предположение, что возникновение ритмических пачечных разрядов нейронов таламуса обусловлено их эндогенным внутренним свойством, возникающим вследствие последовательной активации потенциал-зависимых K^+ каналов гиперполяризации и низкопороговых Ca^{2+} и Na^+ деполаризирующих токов, вызывающих пачечный разряд. Циклическая активность этих пейсмекерных каналов запускается как генетически обусловленная адаптивная реакция нейронов на избыточную гиперполяризацию их мембраны вследствие снижения тонуса ретикулярной формации мозга для восстановления ими исходного уровня потенциала покоя с повышением уровня их возбудимости к концу веретена. При этом амплитудно-частотные параметры ритмогенеза каждой колонки по нашим данным зависят от ее функционального состояния, определяемого взаимодействием ряда нейромедиаторов и нейромодуляторов, прежде всего холинергических, что было показано нами в комплексных нейрохимических и нейрофизиологических микроэлектродных исследованиях.

Так, в наших экспериментах проводилась микроапликация через микроэлектрод непосредственно к корковым колонкам растворов следующих веществ: карбахола (агониста ацетилхолина), прозерина (ингибитора ацетилхолинэстеразы – фермента, разрушающего ацетилхолин), атропина (блокатора М-холинорецепторов) и тубокурарина (блокатора Н-холинорецепторов). После микроапликации раствора карбахола к нейронам отдельной колонки уже спустя несколько минут наблюдался рост амплитуды фоновой ритмики с развитием впоследствии фокальной эпилептиформной активности сначала в фокусе микроапликации, а затем с распространением разрядов в подкорковые структуры (гиппокамп и ретикулярную формацию), а потом и контралатеральное полушарие, где формировался вторичный очаг патологической активности. Аналогичное воздействие оказала микроапликация прозерина, который вызывал накопление

эндогенного, синаптически выделяемого ацетилхолина, что так же вызывало значительное усиление фоновой ритмики с развитием эпилептиформной активности.

Постепенное, достаточно медленное развитие эпиактивности на протяжении 5-8 минут свидетельствует об участии в этом процессе метаботропных рецепторов ацетилхолина с включением ряда вторичных внутриклеточных посредников и генетического аппарата нейронов. Наши эксперименты с применением аппликации антагонистов холинорецепторов показали, что введение атропина и тубокурарина приводило к резкому снижению амплитуды эпилептиформной активности, вызванной действием агонистов АХ, и общему подавлению фокальной активности всех исследуемых структур. Это происходило в результате блокады М- и Н-холинорецепторов соответствующими антагонистами – атропином и тубокурарином, препятствующими деполяризующему действию АХ. Однако, интересно отметить, что в случае длительного, на протяжении 2-3 часов, наблюдения эпилептиформной активности, сформировавшиеся вторичные очаги эпилептиформной активности в гиппокампе и ретикулярной формации мозга могли сохраняться и после подавления активности первичного очага введением туда через микроэлектрод растворов атропина и тубокурарина, блокаторов М- и Н-холинорецепторов, соответственно, что может свидетельствовать о возможном развитии во вторичных очагах явления каналопатии.

Согласно нашим данным, существенная роль при возникновении эпилептиформной активности в коре принадлежала активации холинорецепторов, которая возникала либо в результате аппликации агониста ацетилхолина – карбахола, либо при накоплении эндогенного ацетилхолина после аппликации прозерина, блокирующего холинэстеразу. Активация рецепторов, в свою очередь, вызывала деполяризацию нейронов путем подавления различных калиевых токов: выпрямляющего выходящего тока I_m ; кальций- и потенциал-зависимого $I_{АНР}$ тока медленной следовой гиперполяризации [3]; потенциал-зависимого калийного тока I_k .

Таким образом, на основании данных литературы и полученных нами результатов, можно предположить, что изменение уровня ацетилхолина в коре не только являлось достаточным основанием для возникновения эпилептиформной активности, но и способствовало иррадиации пароксизмальных быстрых разрядов на гиппокамп, ретикулярную формацию среднего мозга и на симметричные, интактные зоны соматосенсорной коры в контралатеральном полушарии. Это явление связано с начальным деполяризационным сдвигом мембранного потенциала [3], возникавшим при активации холинорецепторов микроаппликацией агонистов ацетилхолина или в результате чрезмерного накопления ацетилхолина в коре после микроаппликации прозерина. В дальнейшем возникал пароксизмальный деполяризационный сдвиг – маркер эпилептиформной активности на клеточном уровне с последующей гигантской гиперполяризацией. Эта гиперполяризация, в свою очередь, состояла, как мы предполагаем, из нескольких компонентов с различной длительностью действия, включая Ca^{2+} -зависимые калиевые токи и ГАМК-зависимое торможение. Каждый последующий эпилептиформный разряд был связан с повышением концентрации Ca^{2+} в межклеточном пространстве, что вызывало активацию Ca^{2+} -

СИНХРОНИЗАЦИЯ ЭЭГ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И ВЕНТРАЛЬНОГО ГИППОКАМПА ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ УСЛОВНОМУ РЕФЛЕКСУ АКТИВНОГО ИЗБЕГАНИЯ

Серкова В.В., Серков А.Н., Майоров В.И.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра Высшей нервной
деятельности
dulsin@mail.ru*

В работе исследовалась реорганизация электрической активности медиальной части префронтальной коры (ПФК) и вентрального гиппокампа (ГПК) во время обучения навыку одностороннего избегания. Показано, что в процессе обучения в изучаемых структурах мозга происходило постепенное увеличение когерентности и фазовых индексов электрической активности в диапазоне 6-10 Гц, причем непосредственное выполнение условной реакция избегания сопровождалось резким кратковременным увеличением когерентности в диапазоне 8-12 Гц. Предполагается, что наблюдаемые эффекты могут отражать момент извлечения из памяти сформированного условнорефлекторного состояния – гештальта, предопределяющего последующий двигательный ответ.

Согласно представлениям М.Н. Ливанова [1], для формирования и реализации заученных реакций принципиальное значение имеет установление синхронизации между различными участками коры на частоте тета-ритма, а также возникновение когерентности между ними. Согласно недавним исследованиям А. Адхикари [2], активность вентрального (но не дорсального) гиппокампа и медиальной префронтальной коры высоко коррелирует в покое, и эта корреляция усиливается во время стрессовой ситуации. Авторы считают, что феномен синхронизации отражает момент включения ПФК и ГПК в формирующуюся динамическую систему во время стресса. Также имеются немногочисленные данные о синхронной активности гиппокампа и префронтальной коры во время осуществления условнорефлекторной деятельности. Вспышки синхронной активности во время пиков эмоционального напряжения были зарегистрированы в момент осуществления выбора одного из двух рукавов Y-образного лабиринта [3]. Однако данные о синхронизации были получены преимущественно в экспериментах с использованием положительных условных рефлексов, в связи с этим в настоящей работе была изучена динамика становления синхронизации ЭЭГ ПФК и ГПК в процессе формирования навыка одностороннего избегания.

Методика: В эксперименте использовали девять самцов беспородных крыс. Под общим наркозом никромовые электроды толщиной 150 мкм погружали в медиальную префронтальную кору (0,5-1 мм латеральнее срединного шва, 3 мм роstralнее брегмы, 3-4 мм дорзо-вентрально от поверхности мозга) и области СА1 и субикулум вентрального гиппокампа (5,5 мм латеральнее срединного шва, 6,4 мм каудальнее брегмы, 5 мм дорзо-вентрально от поверхности мозга). Референтный и

земляной электроды (позолоченные штыри диаметром 1 мм) погружали на 1 мм в глубину от поверхности черепа правой и левой носовой кости ростральнее регистрирующих электродов. После операции животных содержали в индивидуальных клетках, с неограниченным доступом к пище и воде и 12-часовым циклом смены освещения. После проведения экспериментов проводили морфологический контроль положения электродов.

Регистрацию ЭЭГ ПФК и ГПК записывали по псевдомонопольной схеме с общим референтом с частотой оцифровки 1кГц в полосе 0,3-1000 Гц с коэффициентом усиления 3000 у свободно перемещающихся животных, помещенных в экспериментальную камеру, состоящую из двух равных отсеков: зоны с электрифицированным полом и зоны без электрифицированного пола, соединенных дверкой. Линейные размеры камеры 60х30х30см.

Обучение проводили в течение трех дней, каждый экспериментальный день состоял из 20-25 проб. Крыс помещали в левый отсек камеры с заблокированной дверкой, спустя 20-60 секунд подавали условный стимул (звук частотой 8 кГц, громкостью 80 дБ), одновременно разблокировали дверку. Если животное переходило в правый отсек — действие условного стимула прекращали, если нет — то по прошествии 5 с после действия звука автоматически на металлическую решетку левого отсека подавали напряжение (30-40 В). Добивались того, чтобы животное самостоятельно переходило в правый безопасный отсек камеры. Через 1-5 минуты животное вручную перемещали в левый отсек и повторяли попытку.

Записи ЭЭГ, полученные для отдельных проб (20 с до и после включения условного стимула), обрабатывали в программной среде Matlab. Для каждой пробы вычисляли когерентность и когерентограмму, индекс фазовой синхронизации и индекс фазового сдвига, которые затем усредняли для каждого экспериментального дня.

Результаты и обсуждение: Проведенные исследования показали, что все животные к третьему дню обучения успешно выполняли навык. Синхронно с этим постепенно формировалась правильная, упорядоченная во времени картина синхронной активности префронтальной коры и гиппокампа (рис.1).

Когерентность в диапазоне 6-10 Гц достоверно увеличивалась от первого к третьему дню обучения (рис.1, справа А-Б-В), причем непосредственное двигательное осуществление условной реакция избегания (стрелка) сопровождалось резким кратковременным увеличением когерентности в диапазоне 8-12 Гц. (рис.1, слева А-Б-В). Обнаруженная сходная динамика индексов фазовой синхронизации и фазового сдвига также указывает на наличие синхронной активации префронтальной коры и гиппокампа в диапазоне тета-ритма.

По мнению ряда авторов синхронная активность ПФК и ГПК может способствовать реорганизации спайковой активности нейронов этих структур и приводить к активации ранее «молчащих» нейронов, способствуя, тем самым, формированию новой функциональной системы [4]. Согласно этому предположению синхронная активность должна возникать еще до того, как животное обучается правильно реагировать на условный сигнал, а скорость и успешность обучения

должны зависеть от этих показателей. Для проверки этого предположения необходимы дополнительные исследования.

С нашей точки зрения не исключается, что феномен наблюдаемого резкого кратковременного увеличения когерентности ПФК и ГПК в диапазоне 8-12 Гц при реализации условнорефлекторной деятельности отражает момент извлечения или активацию памятного следа (психофизиологическое состояние), определяющего программу двигательной реализации (переход из одного отсека камеры в другой), что согласуется с данными Грея [5]. Тем не менее, возможно и более простое объяснение – синхронная активность отражает нейрофизиологическую вовлеченность структур мозга, сопровождающих быстрое перемещение животного [2]. Наши дальнейшие эксперименты с введением задержки между подачей условного стимула и условной реакцией помогут ответить на тот вопрос.

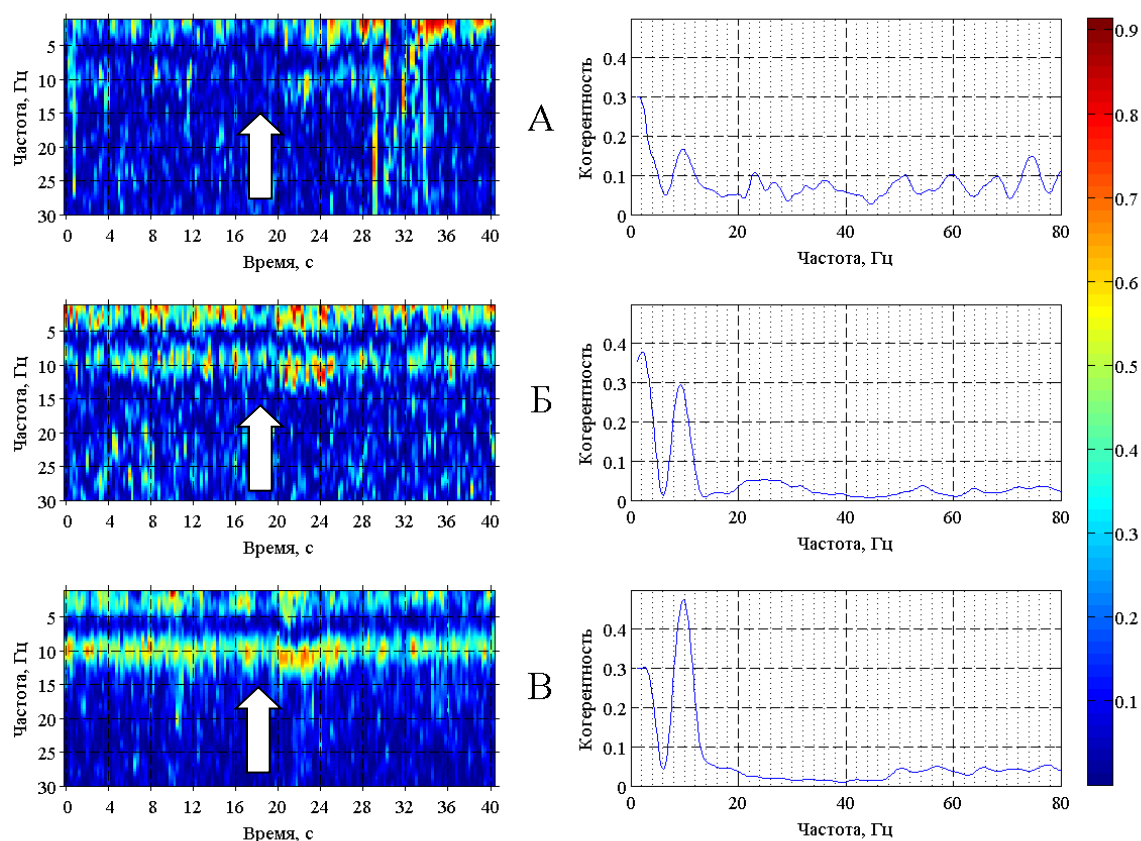


Рис.1. Пример когерентограмм (слева) и когерентности (справа) для трех дней обучения (А — 1-й день, Б — 2-й день и В — 3-й день) рефлксу одностороннего избеганию. Для когерентограмм цветом обозначена величина когерентности. Стрелкой отмечено начало действия условного стимула (звук).

1. Ливанов М.Н. Пространственная организация процессов головного мозга // М. “Наука”, 1972. 181 с.
2. Adhikari A., Topiwala M.A., Gordon J.A. Synchronized activity between the ventral hippocampus and the medial prefrontal cortex during anxiety // *Neuron*. 2009. V. 65. P. 257-269
3. Benchenane K, Peyrache A, Khamassi M, Tierney P.L., Gioanni Y, Battaglia F.P., Wiener S.I. Coherent theta oscillations and reorganization of spike timing in the hippocampal-prefrontal network upon learning // *Neuron*. 2010. V. 66(6). P. 921-936.
4. Горкин А.Г., Специализация нейронов в обучении // Диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук. Москва, 1988, 77с.
5. Gray J.A. Effects of septal driving of the hippocampal theta rhythm on resistance to extinction // *Physiol. Behav.* 1972. V. 8. P. 481-490.

ВЛИЯНИЕ НОРАДРЕНАЛИНА НА РИТМОГЕНЕЗ НЕЙРОННЫХ КОЛОНОК СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫСЫ

Синицына В.В.

*НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана ЮФУ
viva_76@mail.ru*

Введение. Норадреналин является одним из важнейших нейромодуляторов, который участвует в регуляции биоэлектрической активности мозга и его функционального состояния. Поскольку норадреналин может действовать через различные адренорецепторы (α и β), особенности эффектов, оказываемых этим нейромедиатором разнообразны, как на нейроны разного типа, так и на послойное их распределение. Норадреналин посредством своего влияния на синтез мелатонина [1], а также на концентрацию внеклеточного серотонина [2] принимает участие в организации циклов сна и бодрствования. Было показано [3], что во время парадоксальной (REM) фазы сна норадренергические нейроны молчат. Норадреналин существенно воздействует на префронтальные зоны коры. Эти области мозга тесно связаны с возникновением и развитием стресса, а также с процессами кратковременной памяти. Во время стрессовых реакций уровень катехоламинов, а так же норадреналина, очень высок. Предполагается, что $\alpha 1$ -адренорецепторы играют большую роль в стресс-реакциях, а также в поддержании определенного уровня двигательной активности [4], особенно группа 1А. Отмечают, что путем стимуляции $\alpha 2$ -адренорецепторов, как пре-, так и постсинаптической локализации или подавления $\alpha 1$ -адренорецепторов может быть осуществлен сдвиг

ЦНС в состоянии депрессии. Buffalari и Grace [5] подвергали электрической стимуляции нейроны (11 из 20-ти) голубого пятна, что привело к значительному торможению спонтанной активности нейронов базолатеральной амигдалы. Далее, 6 этих же нейронов из 6-ти подверглись воздействию ионофореза и все 6 показали торможение, вызванное норадреналином. Стимуляция нейронов голубого пятна (9 из 20-ти) так же могла вызывать возбуждение. Взятые 4 нейрона подверглись ионофорезу с норадреналином: три нейрона из них проявили возбуждающие ответы. И лишь один нейрон отличался незначительным ответом на ионофорез. Поскольку данные, полученные в ходе различных исследований неполны и противоречивы, вопрос о механизмах влияния норадреналина на локальный ритмогенез корковых нейронных колонок, недостаточно освещен в литературе и поэтому является достаточно актуальным и требует дальнейшего исследования. В настоящем исследовании поставлена цель дополнить и уточнить данные об эффектах, оказываемых норадреналином на ритмогенез корковых колонок соматической коры крысы и функциональное состояние мозга.

Методика исследования. В нашем исследовании для изучения влияния микроапликации раствора норадреналина на ритмогенез корковых колонок применялся метод микроэлектродной регистрации фокальной активности в верхних и нижних слоях правой соматической коры.

Результаты исследования. В нашей лаборатории проводились эксперименты по исследованию влияния норадреналина, на параметры фонового локального ритмогенеза в корковых колонках. После микроапликации раствора норадреналина (1мМ) в правую соматическую кору к колонке, регистрируемой на 1м и 2м каналах, в верхних и нижних слоях соответственно, наблюдается подавление амплитуды волн на обоих каналах, рис. 1Б. Амплитуда снижается с 1,9 мВ до 1,2 мВ на первом канале, с 0,9мВ до 0,5 мВ на втором канале - почти в два раза, то есть в последнем случае более значительно. Микроапликация норадреналина производимая в инфрагранулярные слои корковой колонки, представленные на 2м канале, вызвала наибольшее подавление амплитуды, по сравнению с верхними слоями на 1м канале, расстояние между слоями, составило - 0,8 мм. Снижение концентрации раствора норадреналина от 2 к 1 каналу обусловлено диффузией. Таким образом, подавляющий эффект зависит от дозы норадреналина, а так же влияние микроапликации норадреналина носит достаточно локальный характер. Через пять минут после микроапликации раствора норадреналина происходит постепенное восстановление амплитуды, рис. 1В, причем на 1м канале более быстрое, так как концентрация в верхних слоях наименьшая в сравнении с местом введения. На рис. 1А на 1м канале отражающую ритмическую активность до микроапликации норадреналина в супрагранулярных слоях наблюдается как дельта – активность 1-3 Гц, так и тета – активность 5-7 Гц, на 2м канале в инфрагранулярных слоях – тета - активность.

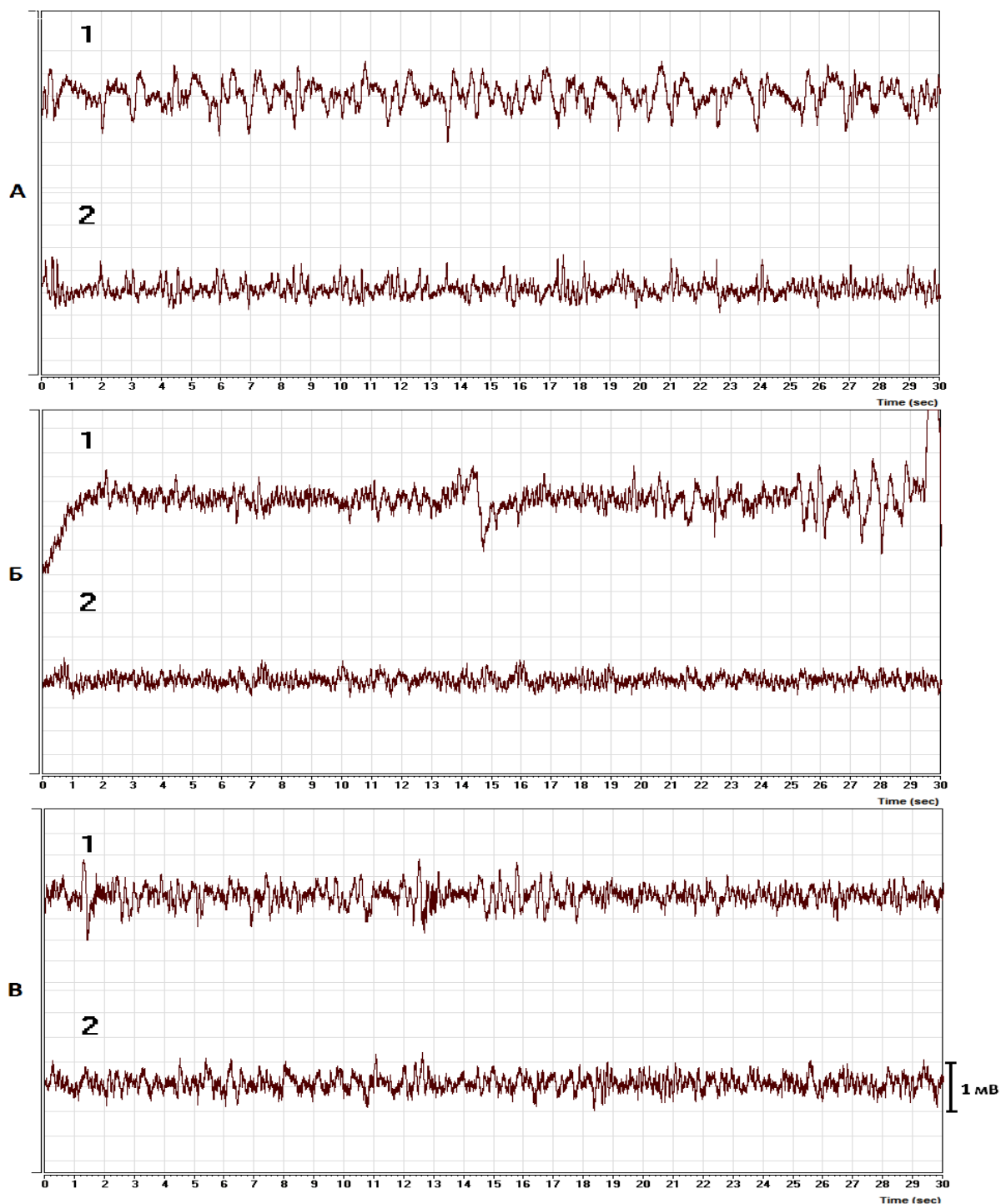


Рис.1. Влияние микроинъекции раствора норадреналина (1 мМ) на фоновую биоэлектрическую активность соматической коры крысы.

А – фоновая активность до микроинъекции норадреналина.

Б – фоновая активность после микроинъекции норадреналина.

В – фоновая активность через 5 минут после микроинъекции норадреналина.

Обозначения: 1 канал – верхние слои правой соматической коры, 2 канал – нижние слои правой соматической коры той же колонки.

Сразу после введения норадреналина (1мМ) на 1м канале, дельта – ритм исчезает, тета-ритм уменьшается по амплитуде, на втором канале тета - активность так же подавляется по амплитуде, рис. 1Б. Через пять минут постепенно восстанавливается дельта - ритм на 1м канале в супрагранулярных слоях, подобным же образом идет восстановление амплитудных показателей тета - активности на 2м канале в инфрагранулярных слоях корковой колонки, рис 1В. Подавление норадреналином медленноволновой дельта - активности является частотно-избирательным, тета-ритм же при этом сохраняется, но подавляется по амплитуде. Тета - ритм при подавлении норадреналином является устойчивым в частотном диапазоне, несмотря на снижение амплитуды волн. Зависимое от функционального состояния мозга действие норадреналина, проявляющееся в частотно - избирательном подавлении дельта - активности и в сохранении тета - ритма, при его ослаблении указывает на антистрессорную роль данного нейромедиатора.

Таким образом, влияние норадреналина на ритмогенез нейронных корковых колонок имеет локальный характер, проявляет дозозависимый эффект, выражается в падении амплитуды в случае тета - ритма, и подавлении дельта – ритмической активности.

1. Mitchell H.A., Weinshenker D. Good night and good luck: Norepinephrine in sleep pharmacology // *Biochemical Pharmacology*, 2010, v. 79, № 6, p. 801-809
2. Adell A., Celada P., Abellán M.T., Artigas F. Origin and functional role of the extracellular serotonin in the midbrain raphe nuclei // *Brain Research Reviews*, 2002, v. 39, № 2-3, p. 154-180.
3. Gottesmann C. Noradrenaline involvement in basic and higher integrated REM sleep processes // *Progress in Neurobiology*, 2008, v. 85, № 3, p. 237-272.
4. Birnbaum S., Gobeske K.T., Auerbach J., Taylor J.R., Amy F.T. A role for norepinephrine in stress-induced cognitive deficits: α -1-adrenoceptor mediation in the prefrontal cortex // *Biological Psychiatry*, 1999, v. 46, № 9, p. 1266-1274.
5. Buffalari D.M., Grace A.A. Noradrenergic modulation of basolateral amygdala neuronal activity: opposing influences of alpha-2 and beta receptor activation. *Neurosci.* 2007 Nov 7;27(45):12358-66.

АНАЛИЗ ПЕЙСМЕКЕРНЫХ СВОЙСТВ МОДЕЛЬНОГО НЕЙРОНА

Скорнякова М.В. ¹, Сухов А.Г. ², Киной В.Н. ²

*НИИ Системных Исследований РАН, Москва¹,
НИИ Нейрокибернетики ЮФУ, Ростов-на-Дону²
mc-2@mail.ru*

В настоящее время быстро развиваются исследования в области конструирования электронных микросхем, которые называются нейроморфными чипами. С историей возникновения этого направления, а также с целями, которые ставят перед собой исследователи, работающие в этой области, можно познакомиться по статье, которую подготовил для широкой научной общественности известный специалист Kwabena Boahen и Kai Hynna [1]. В основе этого направления лежит открытие Ходжкиным и Хаксли ионных каналов на мембране нейронов и описание их работы системой дифференциальных уравнений. Вторым фундаментальным положением служит аналогия между работой ионного канала и полевого транзистора(в подпороговом режиме), основанная на сходстве уравнений, описывающих эти объекты[1]. Благодаря этому сходству удалось получить экономичные схемные реализации систем дифференциальных уравнений для основных ионных каналов, среди которых K^+ , Na^+ и низкопороговые кальциевые каналы[2]. Параметры систем дифференциальных уравнений, описывающих ионные каналы, такие как значение тока и напряжение, используются при определении геометрических параметров разных областей полевых транзисторов. Эти параметры есть ширина, высота, глубина проводящей области и др. Это всё позволило собирать нейроморфные нейроны, комбинируя каналы, из которых состоит биологический прототип[2,3,4]. Оказалось, что ионных каналов различного типа достаточно много. Соответственно, много различных комбинаций каналов как формальных, так и реально встречающихся в природе. Еще сложнее, оказалось, выбрать рабочие значения параметров уравнений для нейроморфных моделей реальных нейронов, так чтобы они, находясь в пределах физиологических диапазонов, демонстрировали динамику, которая соответствует поведению нейронов-прототипов. Одно из очень важных явлений, наблюдаемых в нейронах это осцилляции мембранного потенциала. Не простым оказывается составление системы уравнений, которые моделируют реальные явления, такие как, формирование спайка определенной формы, генерация осцилляции или веретенообразная активность. Эта работа требует неформального участия как нейробиологов и математиков. Исследования такого рода ведутся в области науки, которая называется Computational Neuroscience. Поиск рабочих значений параметров систем уравнений, по которым затем строятся нейроморфные нейроны, например параметры, при которых начинаются и прекращаются осцилляции, является важной и нетривиальной задачей, требующей

применения методов нелинейной динамики, численных методов исследования систем дифференциальных уравнений. Однако без решения этих задач просто невозможно создание нейроморфных чипов. В общем случае исследования, проводимые в области Computational Neuroscience, дают в качестве результата модели биологических нейронов в форме систем обыкновенных дифференциальных уравнений, которые можно и нужно рассматривать как поведенческие модели нейроморфных устройств. Об этом говорит большое число патентов на изобретения (не только в области нейроморфных чипов), которые переносят в форму устройств результаты, полученные нейробиологами.

Как уже было отмечено, ритмогенез является основным свойством всех живых организмов, как одноклеточных, так и многоклеточных. Но если так, то возникает вопрос, каковы механизмы ритмогенеза? В частности, каковы механизмы ритмогенеза в коре. В данной работе был использован модельный подход в исследовании пейсмекерных способностей клеток коры головного мозга.

В работе были использованы численные методы проведения экспериментов. Модель нейрона была построена на основе формализма Ходжкина-Хаксли.

В модель нейрона были включены следующие модели ионных каналов и токов утечки: низкопороговые кальциевые каналы [4], каналы гиперполяризации [4], калиевые каналы [5], натриевые каналы [5], хлорный ток утечки [4]. Проведенные численные исследования показали, что при определенных условиях данная модель нейрона проявляет пейсмекерные свойства, а именно, наблюдаются ритмические осцилляции мембранного потенциала. Данным условием является значение абсолютной величины гиперполяризующего нейрон тока, моделируемого дополнительным слагаемым к правой части уравнения, описывающего мембранный потенциал нейрона. Добавление данного тока смещает мембранный потенциал нейрона в сторону гиперполяризации. В живой клетке источником гиперполяризации, при отсутствии синаптического влияния, могут быть метаболитные рецепторы, действие которых определяется влиянием подкорковых структур на кору мозга. В результате смещения мембранного потенциала модельного нейрона в сторону гиперполяризации на некоторое пороговое значение, модельный нейрон генерирует периодические колебания мембранного потенциала до тех пор, пока на него действует ток.

Исследование зависимости колебаний мембранного потенциала нейрона от величины постоянного гиперполяризующего тока при максимальной натриевой проводимости равной нулю. Методом бифуркационного анализа системы уравнений было выявлено четыре диапазона тока. В пределах каждого диапазона колебания мембранного потенциала нейрона однотипны. Динамика колебаний мембранного потенциала из разных диапазонов различна. Наиболее интересен второй диапазон, поскольку при значениях тока из данного диапазона наблюдаются периодические незатухающие колебания мембранного потенциала нейрона. Для данного диапазона характерно увеличение амплитуды и периода осцилляций (соответственно уменьшение частоты осцилляций) мембранного потенциала с увеличением абсолютной величины гиперполяризующего тока. Минимальное по абсолютной

величине значение гиперполяризирующего тока, при котором наблюдаются незатухающие осцилляции мембранного потенциала нейрона, будем называть порогом возникновения осцилляций. Было показано, что при прохождении значения гиперполяризирующего тока через это значение, происходит потеря устойчивости равновесием и образование периодического решения системы дифференциальных уравнений описывающий нейрон. Образование периодического решения следует из того, что в этой точке выполняются условия теоремы Хопфа. Таким образом, порог возникновения осцилляций есть точка бифуркации Андронова-Хопфа, и её значение равно -14.2823

Исследование зависимости колебаний мембранного потенциала нейрона от величины постоянного гиперполяризирующего тока при максимальной натриевой проводимости отличной от нуля. Методами бифуркационного анализа системы уравнений была найдена точка бифуркации Андронова-Хопфа. Данная точка является порогом возникновения осцилляций и принадлежит интервалу $(-13.256710; -13.256709)$. Было выявлено два диапазона, в которых наблюдаются незатухающие колебания мембранного потенциала нейрона. Динамика колебаний в этих двух диапазонах различна. В первом диапазоне, на интервале $(-13.3; -14.9)$, натриевые потенциалы действия суммируются с кальциевыми потенциалами действия, что проявляется в увеличении амплитуды потенциалов действия по сравнению с амплитудой кальциевых спайков при блокировании натриевых каналов. Существуют токи, при которых натриевые каналы не только дают вклад в кальциевые спайки, но также наблюдаются натриевые потенциалы действия на кальциевых спайках. Эти токи определяют второй диапазон от -15.0 до -21.3 . Амплитуда натриевых потенциалов действия и их локализация на кальциевых спайках зависит от величины гиперполяризирующего тока.

Математическими методами доказано существование незатухающих колебаний мембранного потенциала модельного нейрона при определенных условиях. Модельный нейрон проявляет свойства генератора, управляемого током; период активации низкопороговых кальциевых спайков, амплитуда кальциевых спайков, а также частота и амплитуда быстрых натриевых спайков, генерируемых на кальциевых спайках, являются функциями входного тока. При определенных значениях гиперполяризирующего тока: 1) пейсмекерные колебания мембранного потенциала нейрона являются подпороговыми, 2) колебания мембранного потенциала нейрона имеют частоту альфа-ритма.

Мы построили нейробиологически правдоподобную модель пейсмекерных нейронов, ответственных за осцилляции в коре головного мозга крысы. Проведенное численное исследование осцилляций в нейронных ансамблях, состоящих из пейсмекерных нейронов, связанных между собой попарно через электрические синапсы, показало что, происходит усреднение частоты и амплитуды колебаний мембранных потенциалов нейронов. Биологически правдоподобное моделирование хорошо тем, что мы можем позволить себе доверять его результатам. Поскольку мы проводим биологически правдоподобное моделирование и не наблюдаем в его результатах захват частоты осцилляций, но наблюдаем усреднение частоты,

следовательно, захвата частоты нет! Усреднение частоты осцилляций противоречит выбору одной из частот в известном эксперименте. Но на самом деле противоречий нет, а вероятно, существует другой механизм «навязывания» частоты. Данный механизм должен предполагать обмен информацией между организмами через внешнюю среду, (или обмен информацией между нейронами посредством экзо- и эндо-цитоза). В настоящее время наиболее подходящий механизм предоставляют собой экзосомы. Экзосомальное взаимодействие является эффективным способом обмена информации между клетками мозга живого организма, а так же и между разными организмами, поскольку живой организм способен принимать экзосомы из внешней среды. Экзосомальне рнк из внешней среды, попадая в кровь, проходят гематоэнцефалический барьер и передаются нейронам через глию. Известно что, лекарство (т.е. вещество из внешней среды, содержащее РНК) может быть доставлено в мозг живого организма и может привести к изменению комбинации экспрессированных генов. В экзосомах в форме РНК находится информация об ионных каналах нейронов, которой оказывается достаточно для перестройки ионных каналов других нейронов. Таким образом, чем больше популяция нейронов с определенной частотой осцилляций, тем большее количество РНК в составе экзосом они выделяют во внешнюю среду и тем сильнее они способны воздействовать на нейроны меньших по численности популяций «навязывая» им свою частоту осцилляций. Можно предположить что, «навязывание» частоты большей популяции организмов или нейронов меньшей популяции есть результат изменения комбинации экспрессированных генов. Комбинация экспрессированных генов определяет функциональную специализацию клетки или как говорят биологи специфичность клетки.

Заключая вышесказанное, можно сделать вывод что метод, который использует нейроморфинг инжиниринг, то есть аналоговое моделирование является необходимым, но не является достаточным для функционального моделирования нейронов и нейронных сетей. Данный метод хорош для решения вопросов синхронизации работы нейронов, но синхронизация выполняется на основе предварительной работы сложных вычислительных процессов в живых нейронах, которые выполняются в более медленном масштабе времени и связаны со сложной обработкой символьных последовательностей (строк РНК и ДНК). Следовательно, нейрон описывается не только системой дифференциальных уравнений, что является аналоговой функциональной составляющей, но и еще каким-то сложным вычислительным процессом, аналогичным тому, какие могут выполнять обычные цифровые вычислительные машины. И аналоговая и цифровая части должны быть тесно связаны между собой при построении моделей нейронов. То есть модели нейронов должны быть цифро-аналоговыми.

1. K. M. Hynna, K. Boahen "Thermodynamically equivalent silicon models of voltage-dependent ion channels" Neural Computation 19, 327-350, 2007

2. K.M. Hynna, K.A. Boahen "A silicon implementation of the thalamic low threshold calcium current" Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 17-21 Sept. 2003, Cancun, Mexico. IEEE, 2003, p. 2228-2231.

3. J V Arthur and K Boahen, Silicon Neurons that Inhibit to Synchronize, IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp 4807-10, IEEE Press, 2006.

4. J.R. Huguenard, D.A. McCormick, "Simulation of the currents involved in rhythmic oscillations in thalamic relay neurons", *J. Neurophysiology*, V. 68, P. 1373-1383, (1992).

5. A. L. Hodgkin, A.F. Huxley, "A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve", *J. Physiol. (Lond.)*, No 117, P. 500-544, (1952).

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СТАТОКИНЕТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С СДВГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАБИЛОГРАФИИ И БИОЭЛЕКТРОГРАФИИ В ПРОЦЕССЕ КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ

Скуратовская М.Л., Светицкая Л.П.

*Педагогический институт Южного Федерального университета
marinasku@yandex.ru*

Современное состояние образования требует новых подходов к вопросам диагностики и коррекции психофизиологического состояния детей и подростков. В настоящее время в общеобразовательных школах обучаются дети с различными проблемами здоровья, требующие коррекционного воздействия. Одной из наиболее распространенных проблем является синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ).

В структуру СДВГ как правило входит нарушение развития психомоторных функций. В исследованиях отечественных и зарубежных авторов обращается внимание на нарушение, прежде всего, координационных способностей детей с СДВГ: отмечаются трудности статической координации (необходимость удержания равновесия) и динамической координации движений. У трети детей с СДВГ были выявлены нарушения слухо-моторной координации, проявляющейся в затруднении воспроизведения правильной последовательности ударов. К числу координационных

расстройств можно отнести часто наблюдаемое у детей с СДВГ нарушение зрительно-моторной координации. Такой ребёнок недостаточно хорошо контролирует с помощью зрения выполняемые движения, особенно движения рук. Трудности зрительно-моторной координации усиливаются по данным И. П. Брызгунова и Е. В. Каскатиковой недостаточной сформированностью тонкой моторики рук у детей с СДВГ. Этим детям значительно сложнее, чем их сверстникам, выполнять простые бытовые действия (застёгивать пуговицы, завязывать шнурки), а также действия, связанные с детской продуктивной деятельностью (рисование, штриховка, вырезание) и письмом [2].

В школьном обучении дети обнаруживают меньшую эффективность во время занятий, для них характерно нарушение чтения, правописания, письменной графики. Они трудно адаптируются к школе, плохо входя в детский коллектив, часто имеют разнообразные проблемы во взаимоотношениях со сверстниками. Деадаптирующие особенности поведения таких детей свидетельствуют о недостаточно сформированных регуляторных механизмах психики, и, прежде всего самоконтроля как важнейшего условия и необходимого звена в генезисе произвольных форм поведения [7].

Учитывая значимость преодоления нарушения психомоторных функций у учащихся с СДВГ для их успешного обучения и адаптации в условиях школы, нами было проведено исследование в младших классах средней школы № 67 г. Ростова-на-Дону. Целью исследования было выявление динамики развития статокинетических функций у детей 2-3 классов с СДВГ при проведении функциональных тренировок на программно-аппаратном комплексе «Стабилан» и влияния такой целенаправленной работы на психофизиологическое состояние учащихся в целом.

Для экспериментальной работы нами были выбраны 7 учащихся 2-3 классов данной школы, которые по результатам психологического обследования имели характерные для проявления синдрома дефицита внимания с гиперактивностью особенности психомоторного развития и поведения. У 4 детей данный синдром был подтвержден медицинским заключением врача психоневролога.

Обследование моторных функций осуществлялось нами с использованием таких диагностических методик программно-аппаратного комплекса «Стабилан», как тест Ромберга, позволяющий оценить значимость визуальной и слуховой информации в регуляции позы (проба с открытыми и закрытыми глазами) и тест «Мишень», выявляющий способность сохранения статической координации. Регистрация показателей статокинетических функций происходила через стабилоплатформу, на которой находился школьник во время обследования.

Результаты диагностики показали, что у всех 7 обследованных детей показатели развития статокинетических функций несколько ниже возрастной нормы и соответствуют лишь уровню условной нормы. Из восьми показателей, характеризующих развитие общей моторики у школьников, по которым осуществлялась диагностика на аппаратно-программном комплексе «Стабилан», уровень нормы был зарегистрирован лишь по четырем, максимум – по шести

показателям. Это свидетельствует о недостаточном уровне развития статокинетических функций у младших школьников с СДВГ.

По результатам диагностики для каждого испытуемого были разработаны индивидуальные по продолжительности программы функциональной тренировки статокинетических функций и концентрации внимания с использованием ряда развивающих методик программно-аппаратного комплекса «Стабилан» («Фигурки по кресту», «Построение картинок», «Кубики» и др.). В процессе коррекционной работы с детьми было проведено от десяти до пятнадцати функциональных тренировок.

В процессе работы нами была поставлена дополнительная задача: *определить возможности применения метода ГРВ-графии для оценки состояния психофизиологических функций у обследуемых школьников до проведения функциональной тренировки и непосредственно после ее проведения и тем самым определить степень влияния функциональной тренировки на состояние организма школьников [10].* Для этого нами параллельно проводился мониторинг состояния учащихся с использованием метода ГРВ-графии. Для того, чтобы исключить влияние новой обстановки, людей, оборудования на показатели ГРВ-графии, диагностика проводилась нами в середине курса функциональной тренировки (на 7-м-10 занятиях), когда дети полностью освоились с процедурой её проведения и с удовольствием приходили на занятия. ГРВ-граммы снимались нами на трёх занятиях и затем высчитывался средний результат, который представлен в таблицах 1 и 2.

Мониторинг психофизиологического состояния учащихся методов ГРВ-графии осуществлялся на основе анализа таких показателей, как коэффициент активации, площадь свечения поля, а также интегральные показатели площади свечения и энтропии.

В результате проведенных функциональных тренировок нами были получены данные, которые характеризовали изменение психофизиологического состояния у всех детей, участвовавших в эксперименте. Результаты исследований отражены в табл. 1.

Из таблицы, очевидно, что у трёх школьников экспериментальной группы до проведения функциональной тренировки отмечалось состояние близкое к стрессовому (коэффициент активации в пределах от 5,6 до 5,9), а для 4-х испытуемых было характерно эмоциональное возбуждение.

После проведения занятия по развитию статокинетических функций с использованием метода стабิโลграфии, стала очевидной тенденция к улучшению показателей ГРВ-грамм у всех учащихся, хотя и в различной степени. Так, у 4-х учащихся наблюдалось снижение коэффициента активации до величин, которые свидетельствуют о хорошем состоянии организма детей после проведённой функциональной коррекции. У остальных 3-х школьников также наблюдалось незначительное снижение данного коэффициента. Та же тенденция наблюдалась в отношении площади энергетических полей, величина которых возрастала после проведения занятия у всех испытуемых. Данная тенденция определялась нами при съёмке ГРВ-грамм без фильтра и с фильтром

Таблица 1

Результаты показателей ГРВ-графии до и после окончания функциональной тренировки статокинетических функций методом стабилотрафии

№	Ф.И.О.	Возраст	Коэфф. Активации		Площадь поля (без ф)		Площадь поля (с ф)	
			До	После	до	после	до	после
1	Сергей К	8 лет	5,6	1,97	12542	15572	18989	19988
2	Алексей К.	8 лет	5,1	3,4	8709	10096	18715	19960
3	Никита С.	8 лет	5,9	5,2	7473	11931	19063	22325
4	Никита Щ.	8 лет	5,0	3,3	12050	17220	23154	22923
5	Максим Л.	8 лет	4,2	3,9	9826	17903	19714	22273
6	Александра Г.	9 лет	5,6	4,4	12930	14081	19616	23902
7	Станислав М.	8 лет	4,8	2,7	11706	12745	17654	22445

Показатели ГРВ-графии в отношении интегральной площади до занятия и после его окончания свидетельствуют о их незначительной динамике. У нескольких детей наблюдалось сохранение нормальных показателей или наблюдалась тенденция к увеличению показателей как интегральной площади, так и интегральной энтропии.

В качестве примера можно представить результаты обследования Сергея К. При диагностике статокинетических функций его результат выражался состоянием условной нормы. В его индивидуальной программе было десять функциональных тренировок. К началу проведения ГРВ-графии школьник охотно и уверенно выполнял задания в форме игровых методик. Было проведено три исследования ГРВ-графии до и после функциональных тренировок, результаты которых отражены в таблицах 1 и 2. Показатели ГРВ-графии свидетельствовали о достаточно высоком эмоциональном напряжении ребёнка до начала функциональной тренировки – коэффициент активации его ГРВ-граммы равнялся 5,6. Проведённые занятия значительно улучшали психоэмоциональное состояние ребёнка, о чём свидетельствует снижение коэффициента активации до 1, 97. Интегральные показатели его ГРВ-грамм сохранялись в пределах нормы с незначительной тенденцией к повышению.

Таким образом, проведённая нами экспериментальная работа подтвердила эффективность включения метода ГРВ-графии в качестве диагностической методики оценки эффективности коррекции нарушений статокинетических функций у младших школьников с СДВГ с применением метода стабилотрафии. В результате проведения серии функциональных тренировок у 90% школьников экспериментальной группы был достигнут результат, соответствующий нормальному уровню функционирования статокинетических функций. Введение метода ГРВ-графии для регистрации функционального состояния школьников в процессе проведения функциональной тренировки методом стабилотрафии

позволяет выявить индивидуальную динамику и вносить необходимые коррективы в программу коррекционной работы.

- 1.Брызгунов И. П., Касатикова Е. В. Дефицит внимания с гиперактивностью у детей. — М.: Медпрактика-М, 2002
- 2.Заваденко Н. Н. Гиперактивность и дефицит внимания в детском возрасте. — М.: Издательский центр «Академия», 2005
5. Коротков К.Г. Основы биоэлектрографии. СПб.: СПбГИТМО.-2001.с.255
- 3.Метод биологической обратной связи: методологические основы //Биол.обратная связь. М.– 2000
- 4.Сиротюк А.Л. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью. М., 2005

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ АНТИТЕЛ К БЕЛКУ S-100 У САМОК МЫШЕЙ НА РАЗВИТИЕ ИХ ПОТОМСТВА В ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Лобанов А.В.

*Филиал учреждения Российской академии наук института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова (ФИБХ), Пущино
lobanov-av@yandex.ru*

S - 100 является специфическим белком астроцитарной глиии, способным связывать кальций. В нейронах его содержание составляет не более 10-15% от общего количества. Показано, что нормальное развитие нервной системы на ранних этапах онтогенеза в высокой степени зависят от концентрации аутоантител к собственным веществам организма – факторам нейрогенеза. Установлено, что уровень аутоантител к S-100 в организме беременных женщин коррелирует с состоянием здоровья новорожденных и частотой выкидышей. Однако взаимосвязь между изменением уровня материнских антител к S-100 и отклонениями нервно-психического развития у детей остается мало изученным вопросом. В связи с этим создание экспериментальной модели, которая позволила бы изучать роль таких антител в развитии патологии нервной системы, возникающих в раннем онтогенезе, является актуальной задачей современной нейрофизиологии.

Целью нашей работы было изучение влияния высокого уровня антител к белку S-100 у самок мышей на физическое развитие и формирование поведенческого фенотипа у их потомства в постнатальном периоде с 1-х по 21-е сутки.

Исследования проводились на линии мышей CD1. Иммунизация животных проводилась белком S-100 (Sigma, USA) трех-, четырехкратно до получения высокого титра антител к белку. Самки мышей ссаживались с самцами таким образом, чтобы пики уровня антител приходились на разные сроки беременности: 1-е, 3-е, 7-е сутки эмбрионального развития потомства. Для тестирования потомства использовалась батарея тестов для оценки развивающегося поведенческого фенотипа мышей. Было показано, что аутоиммунный процесс к белку S-100 у самок мышей приводил к нарушению наступления беременности и вынашивания потомства. Было установлено снижение размеров пометов у этих животных и отставание в соматическом развитии их детенышей. Была выявлена задержка в угасании раннего провизорного поведения у потомства мышей. Также у животных всех экспериментальных групп были выявлены нарушения в формировании поведенческих актов сложных координаций движений. Наиболее яркий характер нарушений наблюдался в группах животных, у которых пики уровней антител приходились на 1-е и 3-е сутки эмбрионального развития.

Таким образом, повышенный уровень антител к белку S-100 у самок мышей приводил к отставанию в соматическом развитии потомства и нарушению формирования ранних поведенческих актов. Нарушения зависели от пика уровня антител во время беременности у мышей.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПСИХОКОРРЕКЦИИ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АДАПТАЦИИ

Смекалкина Л. В., Шевцов С.А., Демченко О.С.

Первый Московский Государственный Медицинский Университет им.

И.М.Сеченова

smekalkinal@bk.ru

В последнее десятилетие на фоне частых обострений межнациональных конфликтов и экономического расслоения общества формирование состояний психической дезадаптации у большого числа людей способствует социальным потерям и нарушениям психо-социального функционирования индивидуума. По данным официальной статистики максимальная распространенность астено-депрессивных проявлений расстройств адаптации приходится на наиболее социально активную группу населения и составляет, по данным разных авторов, 0,4 - 65% популяции [5].

Восстановительная терапия и вторичная профилактика данных состояний, как правило, требует фармакотерапии психостимуляторами, транквилизаторами,

антидепрессантами, длительное использование которых сопряжено с возникновением «лекарственной зависимости», резистентности с постоянным увеличением дозы, приводящих к побочным и нежелательным эффектам. Поэтому, можно считать оправданным поиск новых методов комплексной терапии психической дезадаптации в последние годы в нашей стране и во всем мире [4].

Достижения современного медицинского приборостроения позволяют активно включать в схемы лечения новые физиотерапевтические психокоррекционные методики [2].

Были обследованы 90 пациентов, поступивших на реабилитацию в госпиталь с признаками психической дезадаптации различной степени выраженности. Испытуемые были разделены на 3 группы: по 30 человек, сопоставимых по полу, возрасту, степени выраженности психо-эмоциональных нарушений, получаемому базисному общепринятому лечению. Средний возраст пациентов составил 36,2 лет.

Критерием включения пациентов в исследование стало соответствие состояния пациента следующим диагнозам по МКБ –10: реакция на тяжелый стресс и нарушения адаптации F 43, расстройство адаптации, смешанная тревожная и депрессивная реакция F 43.22;

Пациентам 1-ой гр. проводили сеансы акустической психокоррекции, основанной на биообратной связи, сигнал которой подавался в виде звукового образа, соответствующего всему физиологически значимому диапазону ЭЭГ колебаний. Известно, что управление пространственной организацией ЭЭГ открывает широкие возможности для саморегуляции человеком состояния своих вегетативных и высших психических функций [1]. Процедуры проводились ежедневно, по стандартной методике, с применением аппаратного комплекса «Синхро- С» (Россия), в среднем 7-8 сеансов длительностью 30-40 минут.

Пациентам 2-ой гр. на фоне базовой терапии впервые проводили курсовое лечение электропсихотерапией (ЭПТ) с применением прибора транскраниальной электростимуляции (ТЭС) по разработанной нами методике. Изучив патогенетические эффекты ТЭС, способствующей активации регионарного мозгового кровотока, метаболизма и изменению биоэлектрической активности мозга при ряде заболеваний нервной системы, предположили, что данный метод может быть эффективным в комплексе реабилитационных мероприятий у пациентов с различными проявлениями психической дезадаптации [3]. Сеансы ЭПТ проводили в группах по 3-4 человека. Аппаратом «Альфария» воздействовали на подкорковые структуры головного мозга посредством сложной последовательности импульсов тока величиной от 35 до 520 мкА 20- 60 мин. На фоне электростимуляции производили интегративное психотерапевтическое воздействие, предполагающее использование техники трансового наведения путем стимуляции у пациентов активной работы визуального, аудиального и кинестетического каналов восприятия, креативного воображения с применением косвенного внушения, направленных на активацию личностных резервных возможностей пациента. Курсовое лечение включало 15 ежедневных процедур.

Пациенты 3-ей гр. получали только общепринятый базисный курс лечения (группа сравнения), который включал в себя медикаментозные средства, физиотерапевтические методы, традиционные лечебно-оздоровительные методы и психотерапию.

Клиническим критерием оценки эффективности проведения расширенной нами реабилитационной программы за счет применения новых психотерапевтических и физиотерапевтических методик явилось достижение устойчивой положительной динамики основных клинических, нейрофизиологических, психологических показателей, отражающих состояние высшей нервной деятельности. Были использованы следующие методы обследования, которые проводили до и после курса лечения: клиничко-психопатологический, психодиагностический (тест самооценки тревожности Спилбергера-Ханина, шкала САН: самочувствие, активность, настроение); электрофизиологический. Обработка данных ЭЭГ проводилась с помощью преобразователя Фурье в режиме спектрального анализа.

При повторном обследовании пациентов 1-ой гр. (с БАПК) отмечалась редукция основных клинических проявлений, особенно астенической триады, однако болевые синдромы оставались достаточно выраженными, что влияло на качество ночного сна и общее самочувствие больных.

Анализ динамики основных жалоб пациентов 2-ой гр. (с применением ЭПТ) выявил статистически достоверное снижение, более чем в 3 раза симптомов астенического круга. Уменьшение болевых ощущений, вегетативной симптоматики также достоверно отличалось от соответственных проявлений в других группах. Эти данные коррелировали с достоверными результатами психологических исследований, что проявлялось в отчетливо выраженной положительной динамике основных психофизиологических показателей у пациентов 2-ой гр. по сравнению с данными, полученными в других группах (табл. 1)

Таблица 1.

Показатели тестов САН и Спилбергера пациентов до и после лечения (n=90)

Психологические показатели		1 гр		2 гр		3 гр	
		до	после	до	после	до	после
Метод САН	С	4,91±0,52	5,42±0,70	5,11±0,25	5,61±0,12*	5,01±0,34	5,31±0,68
	А	4,47±0,34	5,75±0,52*	4,63±0,54	5,83±0,69*	4,71±0,64	5,69±0,74*
	Н	4,60±0,12	5,71±0,47*	4,78±0,60	5,78±0,46*	4,82±0,58	5,58±0,12*
Спилбергер	ЛТ	29,81±0,20	29,11±0,20	31,86±1,24	28,31±1,43*	31,49±1,49	29,59±2,20
	СТ	39,23±1,63	36,31±1,73*	41,84±1,51	32,14±1,78*	41,93±1,63	38,54±1,73

*-p < 0,05

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

Степень ситуационной тревожности (СТ) до реабилитации у 60,9% пациентов, а личностной у 51% была высокой. В 1-ой и 2-ой гр. после терапии уменьшались значения СТ и ЛТ: у 48,1% и 69,0% пациентов соответственно отмечалось снижение уровня до умеренного. В 3-ей гр. у 10,0% пациентов с высокой СТ наблюдалось уменьшение цифр до умеренных.

У всех обследованных нами больных до начала реабилитации параметры теста САН были ниже нормы. Восстановление всех характеристик САН до нормальных значений отмечалось у 46,7% и 53,2% ($p < 0,05$) пациентов 1-ой и 2-ой гр. соответственно и у 28,0% ($p < 0,05$) – в 3-ей гр. Изменения суммы баллов во всех группах по пунктам «самочувствие» и «активность» были практически идентичными, тогда как балл показателя «настроение» во 2-й гр. после реабилитации увеличивался значительно, чем в 1-ой и 3-ей. Возможно, это связано с антидепрессантным эффектом ТЭС.

Изучение динамики основных физиологических показателей свидетельствует о положительной тенденции к улучшению функционального состояния сердечно-сосудистой системы у наблюдаемых больных основных групп (табл. 2).

Таблица 2

Динамика основных физиологических показателей пациентов до и после лечения ($n=90$)

Группы	Показатели							
	До лечения				После лечения			
	ЧСС	АДс	АДд	ЧД	ЧСС	АДс	АДд	ЧД
1	69±3	127±5	68±2	17±1	66±3*	121±4*	64±3*	15±2*
2	70±2	129±2	72±4	19±2	68±5	117±6*	66±6*	17±3*
3	69±2	126±6	73±2	16±3	68±4	127±4	72±2	17±2

*- $p < 0,05$

Было также отмечено достоверное восстановление частотно-пространственной структуры альфа-ритма у 39,4% пациентов 2-ой гр. по сравнению с 10,2% испытуемых 1-ой гр. ($p < 0,05$). В 3-й гр. существенных изменений данного показателя не выявлено.

У всех обследуемых произошло улучшение вегетативной регуляции деятельности внутренних органов. Особенно существенным оно было у пациентов 2-ой гр., что подтверждается достоверным снижением амплитуды моды, индекса напряжения Кердо и Хильдебранта. В 1-ой гр. наблюдали тенденцию к снижению симпатического тонуса. На фоне купирования вегетативной дисфункции у обследуемых улучшились показатели функции внешнего дыхания, хотя и не достигли контрольного уровня.

При исследовании адаптации выявлено значительное увеличение числа лиц с полной (с 7,2% до 28,3%) и неполной (с 29,4% до 59,7%) адаптацией 1 степени, снижение числа лиц с дезадаптацией (с 63,4% до 12%) [2].

На фоне положительной динамики большинства исследуемых показателей у пациентов основных групп отмечалось достоверное улучшение показателей качества

жизни (энергичность, качество сна, эмоциональные реакции, физическая активность), что подтверждает ранее высказанное положение о доминирующей роли психологических расстройств над соматическими в формировании сложного комплекса последствий травмы.

Таким образом, полученные при повторном обследовании, результаты свидетельствуют о наличии достоверных изменений в системе оценок и отношений личности пациентов всего обследованного контингента. Использование биоакустической коррекции в восстановлении здоровья пациентов с различными расстройствами адаптации позволило увеличить эффективность восстановительного лечения на 61,6%, которая может быть приравнена к действию некоторых анксиолитических, антидепрессивных и седативных средств, однако не имеет характерных для них побочных эффектов и обладает положительной соматотропной направленностью.

Наиболее эффективным (84,2%) оказался комплекс мероприятий с включением в курс лечения электропсихотерапии. Данное воздействие приводит к нормализации биоритмов мозга и состоянию релаксации, при которой, по всей видимости, создается новое устойчивое состояние ЦНС, что обеспечивает наиболее благоприятные условия для коррекции психогенных расстройств и оптимизации состояния психики.

Достижение устойчивой положительной динамики большинства показателей функционального и психофизиологического состояния пациентов с расстройствами адаптации, позволяет считать целесообразным включение новых интегративных методов комплементарной медицины с использованием современных технологий в систему восстановительного лечения данного контингента.

1. Дыбов М.Д., Шевченко В.Ф., Ситников А.Г. Биоакустическая психокоррекция при невротических нарушениях // Военно-медицинский журнал, Москва 2000, №1-С. 46-49

2. Зилов В.Г. Современные представления о лечебных механизмах методов восстановительной медицины // Вестник восстановительной медицины.– 2009. - №1. - С. 12-16.

3. Лебедев В.П., Ильинский О.Б., Савченко А.Б. Транскраниальная электростимуляция как активатор репаративной регенерации: от эксперимента к клинике.// Транскраниальная электростимуляция: экспериментально-клинические исследования.- СПб.-2003.- 528с.

4. Нечипоренко В.В., Королев С.А. Пограничные психические расстройства в современном обществе (обзор литературы). // Журн. Обозрение и психиатрии и медицинской психологии, им. В.М. Бехтерева. № 4, 2008. с.11.

5. Разумов А.Н., Бобровницкий И.П., Разинкин С.М. Концепция охраны здоровья здорового человека и программно-целевые подходы к ее реализации в системе здравоохранения РФ. Вестник восст. медицины. 2003, № 3, с.11-13

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕРАПИЯ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОАГЕНТОВ

Соботницкий И.С.

*Технологический институт южного федерального университета в городе Таганроге
pyogenic@mail.ru*

В настоящее время проблема терапии опухолей головного мозга в нашей стране стоит довольно остро. На 3 и 4 стадиях онкозаболеваний головного мозга человек более не имеет шансов спастись. Поэтому необходимо разработать новые неинвазивные методы терапии, которые при лечении не усугубляли бы ослабленное состояние организма пациента.

Поэтому предлагается использование СВЧ излучения для индукции апоптоза в онкологических клетках. Биологически активная частота должна быть найдена как для нормальных клеток, так и для атипичных и, теоретически, должна находиться в КВЧ диапазоне СВЧ излучения (при соизмеримых размерах с клеткой и внутриклеточными структурами). Необходимо соблюдать осторожность в частотах и интенсивностях, поскольку имеется теория нетермической денатурации белков, в частности СВЧ излучением может быть денатурирован р53, критически важный для старта апоптоза. Возможно, именно этим обуславливается увеличение заболевших онкозаболеваниями людей.

Таким образом, полагается наблюдать воздействие, замещающее воздействие внешних рецепторов апоптоза на онкологически изменённые структуры. При отсутствии эффекта или недостаточной его скорости (такое может случиться при вирусных этиологиях опухолей, когда вирусы являются ингибиторами стартовых апоптотических реакций) необходимо прибегнуть к дополнительной помощи.

Для начала необходимо определить тип атипичной клетки и наличие/отсутствие критических звеньев. При отсутствии какого-либо звена необходимо возместить потерю путём активной адресной доставки терапевтических наноагентов в локализацию онкоклеток.

Таким образом, необходимо скомбинировать СВЧ воздействие с биомедицинскими нанотехнологиями. На дендримеры, организованные методом самосборки необходимо насадить недостающее звено для старта апоптоза, а также некоторые вспомогательные наноразмерные элементы, такие, как: нанопорошок серебра (было доказано, что данные наночастицы даже в значительных дозах не могут нанести вреда организму), необходимый для адгезии к патологически изменённым клеткам; фолиевая кислота – для привлечения внимания онкоклеток и открывания ионного канала для дальнейшего прохода в клетку терапевтического элемента. К тому же уничтожающиеся апоптотически онкологические клетки в своём составе будут иметь фолиевую кислоту, необходимую для роста и развития клеток, а также строительный материал для заполнения места опухоли нормальными

клетками, в данном случае, мозговой пульпой. Исходя из этого, можно сказать, что развитие болезни прекратится, а ремиссия начнется во время роста нервных клеток, что может занять длительный промежуток времени. Но пациент останется в том же психологическом состоянии, как и до начала лечения болезни, учитывая то, что боли должны со временем затихать.

Для осуществления именно активной адресной доставки необходимо воспользоваться магнитным ведением наноагентов по кровотоку, учитывая диэлектрические свойства черепной коробки. То есть магнитные импульсы должны быть более сильными, нежели при обычной магнитной стимуляции.

Так, возможны новые пути лечения, казалось бы, неизлечимых заболеваний, которые не приведут к осложнениям при неинвазивном некротическом уничтожении опухолей и резекции.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРОВОДИМОСТИ СПИНОГО МОЗГА

Сорочинский А.А.

*Таганрогский технологический институт Южного федерального университета
Alex_res87@mail.ru*

Зарегистрировать моторные ответы с мышц при стимуляции магнитным полем периферических нервов удалось впервые в 1982 году M.J.R. Polson. Группа ученых Шеффилдского университета во главе с A. Barker в 1985 году создали магнитный стимулятор, способный возбуждать моторную кору человека через кости черепа и в результате этого вызывать движения в верхних и нижних конечностях.

Однако остается много неясных вопросов по эффекту и механизмам влияния ЭМП на биологические объекты как фундаментального, так и прикладного характера. Многие исследования в странах СНГ по лечебному и диагностическому применению ЭМП не отвечают требованиям статистически доказуемой медицины и часто желаемые эффекты выдают за действительные. Особенно этим страдают коммерческие организации, имеющие прибыль от продажи аппаратуры. Аппараты, применяемые для диагностики и лечения, имеют различные размеры (от сантиметров до нескольких метров), различную индукцию магнитного поля (от 0,1 до 5 Тл). Многие современные аппараты имеют сложные компьютерные системы управления, могут объединять несколько факторов воздействия (ЭМП, лазер и т.д.)

Принцип магнитной стимуляции (МС) состоит в следующем. Система мощных конденсаторов электрически заряжается. При замыкании эти конденсаторы быстро разряжаются через кабель катушки и производят короткий импульс очень сильного

тока (обычно в несколько тысяч ампер). Ток, текущий через ручную катушку, производит большое магнитное поле в диапазоне 1—3 Тл. Продолжительность текущего магнитного потока и, следовательно, действия магнитного поля, составляет 50 мс. Хотя некоторые стимуляторы производят затухающую по амплитуде синусоидальную волну, с последующими убывающими пиками [1]. В результате действия такого импульса магнитного поля в близлежащих тканях или других объектах, проводящих ток, возникает вторичное электрическое поле; объекты действуют как вторичные катушки. Напряженность электрического поля, созданного такой стимуляцией, частично, связана с первой производной магнитного потока (B) по времени (dB/dt); чем быстрее изменяется магнитное поле, тем сильнее интенсивность наведенного вторичного электрического поля и, следовательно, сильнее стимуляция нерва. Очевидно, что значительно сложнее и дороже создать быстро изменяющееся сильное магнитное поле, стимулирующее нервную систему, чем использовать обычные методы электростимуляции. Но МС имеет некоторые значительные преимущества в сравнении с электрической стимуляцией. Это и глубина ее проникновения и способности проходить через внутренние ткани независимо от их электрического сопротивления. Были выполнены эксперименты для сравнения обычной ЭС с МС срединного нерва. У большинства пациентов МС позволяла получить сопоставимые результаты, такие как латентность, амплитуды и конфигурация потенциалов действия. Еще одним преимуществом является высокая информативность в ранние сроки после оперативного лечения, когда применение электродиагностики затруднено в связи с обострением болевой чувствительности или в следствие отека тканей [2].

Основным недостатком метода МС является то, что нет полной уверенности относительно места (участка нерва) действия стимуляции. Фактическая эффективность этого метода существенно зависит как от модельного представления стимуляции нервных волокон изменяющимися во времени магнитными полями, так и от доступной технологии получения сфокусированных сильных магнитных полей. В настоящее время разработаны трехмерные осесимметричные модели МС аксона, расположенного в анизотропной связке нерва. Было определено распределение трансмембранного потенциала вдоль аксона под действием электрических полей, индуцированных внешней возбуждающей магнитной катушкой. Показано, что присутствие других волокон нерва в связке приводит к уменьшению трансмембранного потенциала. Аксоны, расположенные на периферии связки нерва, имеют более низкие пороги и различные участки возбуждения по сравнению с аксонами, расположенными около центра связки нерва [3]. Нервная связка без оболочки имеет меньшее влияние на транс мембранный потенциал. Однако присутствие периневрия вокруг нервной связки и анизотропия в связке существенно воздействуют на форму трансмембранного отклика. Поэтому в течение магнитной стимуляции анизотропия нервной связки и присутствие периневрия должны быть учтены при вычислении интенсивности стимула для порогового возбуждения [4].

Техническое усовершенствование метода МС направлено как на разработку мощной воздушной катушки для стимуляции глубоко лежащих участков нерва, так

и на оптимальную ее фокусировку для разрешения селективного возбуждения близко лежащих площадей. С этой целью были разработаны ячейки, в которых использовались катушки, имеющие форму в виде цифры 8, позволяющие стимулировать участки нерва в пределах $3,0 \pm 0,5$ см от центра катушки. Улучшение пространственного разрешения участков стимуляции достигается использованием ячеек, состоящих из двух или нескольких симметричных и эксцентричных катушек.

Для исследования проводимости спинного мозга используется комплексная электрофизиологическая установка, состоящая из электромиографа и магнитного стимулятора, работающих в синхронном режиме при запуске магнитного импульса. Показанием для ТМС при травматическом, деформационном и дегенеративно-дистрофическом поражениях позвоночника являются признаки нарушения двигательной функции.

При выполнении ТМС основными мышечными мишенями на верхних конечностях являются *m. biceps brachii*, *mm. thenar*, *mm. hypothenar*; на нижних конечностях — *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius* и *m. abductor hallucis longus*. Заземляющий электрод располагают между индуктором и регистрирующими электродами. При регистрации МО с мышц верхних и нижних конечностей пациент находится в положении «сидя» (рис. 1) или в положении «лежа» на спине. ТМС проводят в режиме одиночных посылок импульса. При этом максимальная индукция или ее верхняя пороговая величина не должна превышать 2 Тл с длительностью магнитного поля 1 мс и временем нарастания 100 мкс.

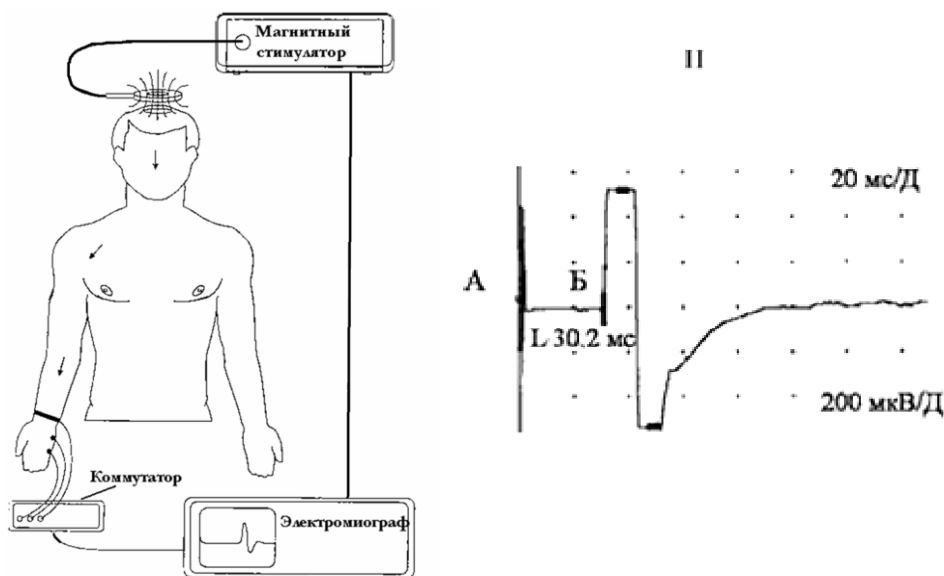


Рис. 1. Методика ТМС: I — схема проведения моторного импульса к мышцам; II — моторный ответ *m. tibialis anterior*; А — артефакт стимуляции; Б — отметка начала моторного ответа

Саму процедуру обследования начинают, применяя интенсивность магнитного поля, составляющую не более 40% от верхней пороговой величины, с последующим постепенным увеличением и одновременным легким перемещением магнитного индуктора над выбранным полушарием головного

мозга до появления у пациента ощущаемого мышечного сокращения и достижения стабильного МО с наименьшим по величине латентным периодом. Билатеральную регистрацию МО в мышцах правой и левой сторон производят в последовательном режиме. Для получения оптимального МО на мышцах верхних конечностей центр магнитного индуктора «Coil» размещают в области вертекса над точкой Cz по международной электроэнцефалографической системе «10–20%». Для получения ответа на мышцах нижних конечностей магнитный индуктор ориентируют над точками Fz и Pz. В ряде случаев возможно смещение центра индуктора типа «Coil» в ростральный отдел теменной области (на 2–3 см от темени) и контралатерально (на 3–4 см) относительно стороны регистрации МО (над точками F3 и F4). При выполнении корешковой магнитной стимуляции (трансцервикальной — ТЦС или транслюмбальной — ТЛС) центр магнитного индуктора располагают в проекции выхода корешков шейного или поясничного утолщений СМ соответственно на уровне остистых отростков С6–С7 или L1 позвонков. После регистрации МО производят расстановку маркеров и осуществляют анализ полученных параметров: амплитуды негативной фазы (мкВ, от изолинии до негативного пика или от пика до пика), латентного периода (мс, от начала артефакта стимуляции до начала негативной фазы), порога (мА) и длительности (мс). Для оценки проводимости двигательных нервных путей наиболее востребована методика измерения времени центрального моторного проведения (ВЦМП), характеризующая функциональное состояние кортикоспинального пути и определяемая как разность латентных периодов МО при транскраниальной и корешковой магнитной стимуляции. Данный показатель рассчитывают по формуле:

$$\text{ВЦМП} = \text{ЛПТМС} - \text{ЛПКМС},$$

где ЛПТМС — латентный период МО при транскраниальной магнитной стимуляции;

ЛПКМС — латентный период МО при корешковой магнитной стимуляции.

Величина ВЦМП указывает, за какой интервал времени импульс, индуцированный в коре головного мозга, достигает двигательного ядра СМ, находящегося на уровне шейного или поясничного утолщения. Цель — электрофизиологическая оценка проводимости двигательных нервных путей центральной и периферической нервной системы. В зависимости от клинического диагноза у пациентов с повреждением и заболеванием позвоночника задачами диагностики с использованием ТМС являются:

- определение степени нарушения моторной проводимости кортикоспинального тракта;
- дифференциальная диагностика спинальных и радикулярных расстройств;
- определение локализации доминирующего очага при полисегментарном поражении позвоночника и СМ.

1. Lawrence R. Robinson, M.K. Magnetic stimulation of the central and peripheral nervous systems // In book: Kaniel Kunitru, Electrodiagnostic Medicine. Hadley and Belfus, Inc. Philadelphia. — 1995. — 1233 p.

2. Maccabee P.J., Eberle L., Amassian V.E., Cracco R.Q., Rudell A., Jayachandra M. Spatial distribution of the electric field induced in volume by round and figure "8" magnetic coils: relevance to activation of sensory // Electroencephalogr Clin Neurophysiol. — 1990. — V.76(2). — P. 131—141.

3. Kardash A.M., Miroshnichenko K.V., Krobotko V.F. The method and material of treatment of peripheral nerve lesions // Patents of Russia. — 1994. — N2012381, N1525977.

4. Kardash A.M., Krobotko V.F. The local magnetic field application for treatment of peripheral nerve lesions // 10 European Congress of Neurosurgery (May 7—12, Posters1995). Abstracts. Berlin. — 1995. — N 23. — P.231.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Талев Е.М.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Эффективность расследования уголовных дел в современных условиях все больше зависит от результатов применения специальных знаний. Совершение преступлений с использованием новых технологий, современной техники, электроники ставит перед правоприменителями задачу постоянного поиска и внедрения в процесс раскрытия преступления, его расследования новейших достижений научно-технического прогресса.

Цель и задача работы

Создание автоматизированного комплекса полиграфических исследований для выявления скрываемой информации с целью увеличения надежности и достоверности результата проверки на детекторе лжи.

Методы и исходные данные

1. Методы полиграфических исследований
2. Вызванные потенциалы головного мозга и его возможности использования в полиграфических исследованиях (Р300)
3. Структурная схема комплекса и алгоритма программного обеспечения

Результаты

Результатом данной работы является разработанная структура комплекса полиграфических исследований, которая позволяет исключить недостатки классического детектора лжи. Для этого был проведен анализ возможности

использования ВП головного мозга (а именно потенциал Р300) для объективного определения факта опознания лиц человеком.

Вывод

С помощью разработанного комплекса можно достичь поставленной цели, которая заключается в увлечении надежности и достоверности результата проверки на детекторе лжи

1. Аверьянова Т.В., Белкин Р.С., Корухов Ю.Г., Россинская Е.Р. Криминалистика. Учебник для вузов / под ред. Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, проф. Р.С.Белкина. – М.: Издательская группа НОРМА–ИнфРА.М, 2005.

2. О.В. Белюшина, кандидат юридических наук Источник: журнал "Российский Полиграф" № 3 2007 г.

3. Батуев А. С. Высшая нервная деятельность. Учеб. Для вузов по спец. «Биология».

4. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Таганрог: ТРТУ, 1997.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ЭЭГ ПАЦИЕНТОВ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ

Тимошенко Е.А.

*Ростовский государственный медицинский университет 344718, Россия,
alyonatim@mail.ru*

Цель исследования: провести сравнительный анализ значений информационных энтропий электроэнцефалограмм здоровых испытуемых и больных диабетической энцефалопатией.

Энтропия – мера неопределенности некоторой ситуации, подобна дисперсии [1]. Но дисперсия является адекватной мерой рассеяния лишь для специальных распределений вероятностей случайных величин (в частности, для гауссова распределения), а энтропия не зависит от типа распределения.

Информационная энтропия $H(X)$ характеризует не только количество возможных значений x_i , но и вероятности $p(x_i)$ соответствующих значений. Она определяется следующим образом:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^N p(x_i) \ln p(x_i), \quad (1)$$

где $p(x_i)$ - плотность распределения вероятностей элементов множества X ; N - количество возможных значений параметра.

Относительная энтропия определяется как

$$H_{отн} = \frac{H(X)}{\ln N} \quad (2)$$

В настоящее время в биомедицинских исследованиях показатель информационной энтропии изучен недостаточно, несмотря на то, что информационная энтропия несет значительную информацию о состоянии биологического объекта, как динамической системы [2].

Простейшая биологическая система превосходит по своей сложности самую совершенную из созданных человеком информационных систем. Уже на уровне простейших одноклеточных организмов задействован необходимый для их размножения сложнейший информационный генетический механизм. В многоклеточных организмах помимо информационной системы наследственности действуют специализированные органы хранения информации и ее обработки (например, системы, осуществляющие перекодирование поступающих из внешнего мира зрительных и слуховых сигналов перед отправкой их в головной мозг, системы обработки этих сигналов в головном мозге). Сложнейшая сеть информационных коммуникаций (нервная система) пронизывает и превращает в целое весь многоклеточный организм [3]. Поэтому вызывает интерес анализ информационной энтропии у пациентов с заболеваниями центральной нервной системы, в частности у больных диабетической энцефалопатией.

Энцефалопатия (от др.-греч. *εγκεφαλος* — головной мозг + *πάθος* — болезнь или страдание) это заболевание головного мозга, при котором дистрофически изменяется собственно нервная ткань мозга, что приводит к уменьшению её объёма и нарушению его функции. Энцефалопатия головного мозга встречается у взрослых пациентов и у детей [4]. Бывает разных видов, в зависимости от заболевания, которому она предшествует: печеночная, дисциркуляторная, травматическая и т.д.

В данном исследовании приняли участие 15 больных (5 женщин и 10 мужчин), со 2 степенью сахарного диабета. Средний возраст испытуемых 52,5 года. У всех наблюдалось осложнение сахарного диабета, представленного диабетической энцефалопатией. Контрольную группу составляли здоровые испытуемые в количестве 15 человек. Электроэнцефалография осуществлялась при помощи аппарата Электроэнцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 таганрогской фирмы-производителя «Медиком МТД» (позволяет регистрировать ЭЭГ в международной системе отведений «10-20» по 16 каналам с регистрацией одного отведения электрокардиограммы).

В интересах исследования изменения показателя энтропии был проведен статистический анализ сигналов ЭЭГ по 16-ти отведениям у больных и здоровых пациентов. В результате статистической обработки значений амплитуд сигналов ЭЭГ построены гистограммы, определены дисперсии значений амплитуд сигналов ЭЭГ и вероятности нахождения значений амплитуд в определенных интервалах, а по значениям этих вероятностей рассчитаны значения информационной энтропии.

При анализе энтропий всех отведений получили следующие результаты: в большинстве отведений средняя энтропия здоровых находится выше, чем средняя энтропия больных (рис. 3). Это говорит нам о том, что разброс по амплитуде у здоровых выше, чем у больных, что в свою очередь подтверждает тот факт, что у больных идет подавление альфа-ритма, появление тета-ритмы, амплитуда которого меньше амплитуды альфа ритма.



Рис. 1 – Средняя энтропия по больным энцефалопатией



Рис. 2 – Средняя энтропия здоровых испытуемых



Рис. 3 – Средняя энтропия

Эти же данные подтверждаются при расчете среднего квадратичного отклонения (рис. 4) и среднего значения дисперсии (рис 5).

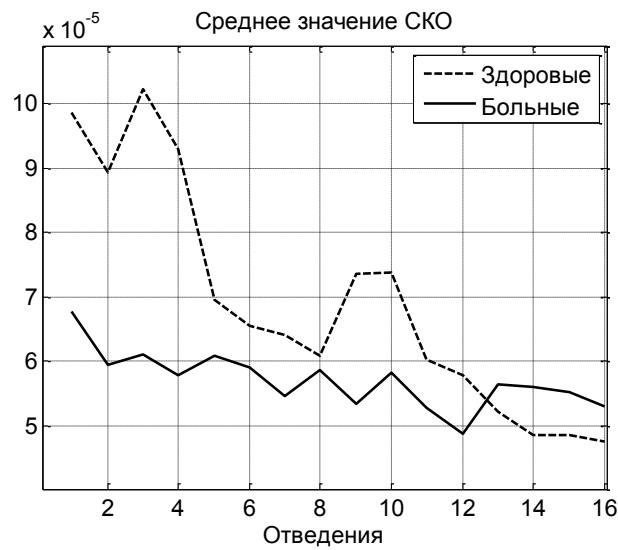


Рис. 4 – среднее значение СКО

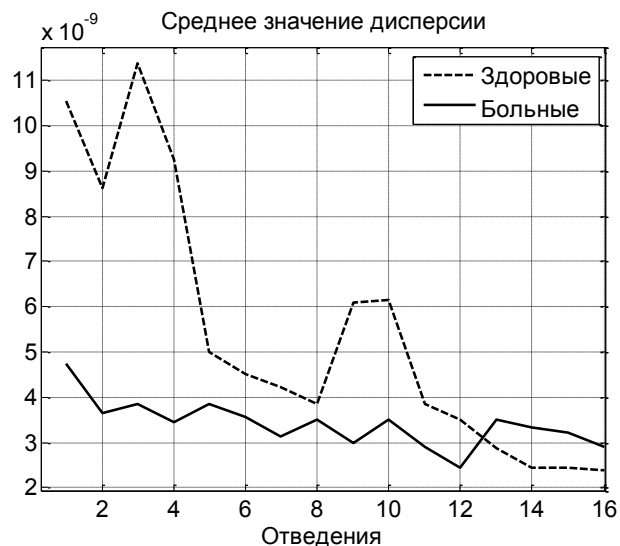


Рис. 5– Среднее значение дисперсии

Таким образом, по результатам исследования можно констатировать факт значительного отличия показателей информационных энтропий сигналов ЭЭГ здоровых испытуемых и пациентов с диабетической энцефалопатией. Это может послужить для дальнейшего более подробного изучения данного заболевания головного мозга. Предполагается, что данный информационный подход к анализу сигналов ЭЭГ позволит решать следующие задачи:

- Получение дополнительных критериев для принятия решений, способствующих диагностировать или предотвратить заболевания головного мозга;
- Разработка алгоритмов для оценки состояния головного мозга пациентов с диабетической энцефалопатией

1. [http://ru.wikipedia.org/wiki/информационная энтропия](http://ru.wikipedia.org/wiki/информационная_энтропия)

2. Шамбадаль П. Развитие и приложение понятия энтропии. — М.: Наука, 1967. — 280 с.

3. Павлинов И. Я. Основные подходы в биологической систематике // Электронная газета «Биология». — М.: 2010. — № 17—19.

4. Бурцев Е.М. Дисциркуляторная энцефалопатия (классификация, клинико-морфологические и электрофизиологические сопоставления, патогенез, лечение) // Тезисы докладов 7-го Всероссийского съезда неврологов. — Н. Новгород. — 1995. — С. 156-158

ПЛАСТИЧНОСТЬ МОЗГА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОГНИТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ

Тимошенко Т.В.

*Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге
tvtim@mail.ru*

Современная социокультурная ситуация характеризуется стремительными изменениями мира, условий и темпа жизни людей, что требует от них наличия дополнительных адаптационных ресурсов. Проблемы социально-психологической адаптации сегодня возникают не только у детей, но и у многих взрослых. Трудности установления контактов с социальным окружением, сложности в обучении, недостаточный уровень психологических знаний и умений, обеспечивающих успешность социальной адаптации и самореализации человека – вот далеко не полный перечень проблем, с которыми сталкивается человек XXI века. Способность справляться с данными проблемами зависит от особенностей когнитивного развития личности.

Уровень когнитивного развития человека зависит от ряда факторов: внутренних – генетической предрасположенности, патологий беременности у матери и внешних – влияния окружающей среды, семьи, школы, личностных особенностей [1]. Оценка влияния внешнего фактора является трудноразрешимой экспериментальной задачей. Исследования в этой области могут показать, насколько важен характер поступающей в мозг информации для структурно-функционального становления коры головного мозга.

Пластичность является важнейшим свойством всех живых систем. Под пластичностью понимается способность живых систем к трансформации собственной структурно-функциональной организации при воздействиях извне или изменении внутренних характеристик. Свойство пластичности определяет адекватную реакцию адаптации организма к окружающей среде.

К модификации способны как центральная нервная система, так и вегетативная (автономная) нервная система, отвечающая за нервную регуляцию всех жизненно важных систем организма – сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и т. д. Именно благодаря этому свойству человек может обучиться в определенной степени управлять своим артериальным давлением, частотой сердечных сокращений, электрическим сопротивлением кожи, избирательным сокращением или расслаблением определенных групп мышц и т. д. Новые возможности вегетативной нервной системы позволяют противостоять и даже обращать вспять те болезненные изменения, которые вызывает хронический стресс. Головные боли, напряжения, мигрени, гипертоническая болезнь, бронхиальная астма, синдром раздражения толстого кишечника – вот далеко не полный перечень

тех психосоматических заболеваний, обусловленных хроническим стрессом, с которым можно успешно бороться с помощью нейротерапии методом биологической обратной связи.

Пластичность головного мозга иначе называют нейропластичностью. Обобщенно нейропластичность можно определить как способность изменяться при повреждении или в процессе обучения, т.е. способность отделов центральной нервной системы (ЦНС) к модификации, перестройке нервного субстрата за счет структурно-функциональных изменений в мозговом веществе. Нейроны способны изменять свои функции, химические характеристики (количество и типы продуцируемых нейротрансмиттеров) или структуру. Наиболее показательный пример нейропластичности – регенерация мозга при повреждении. В данной статье основное внимание будет уделено явлению пластичности мозга при когнитивных процессах развития личности.

Фундаментальные исследования конца XX века по пластичности мозга показали способность коры мозга взрослого человека к значительным функциональным перестройкам под влиянием афферентной информации. В настоящее время благодаря визуальным методам исследования мозга: компьютерной (КТ), магнитно-резонансной (МРТ) и позитронно-эмиссионной (ПЭТ) томографии появилась возможность изучать влияние нейрореабилитации на пластичность мозга. И все чаще появляются свидетельства о случаях, когда человек способен и учиться, и работать, утратив весьма значительную часть мозга.

Профессор НИИ неврологии РАМН Черникова Л.А. подчеркивает, что «в основе восстановления нарушенных функций, в том числе двигательных и речевых, лежит реорганизация коры головного мозга, при этом основным механизмом нейропластичности является механизм долговременной потенциации, связанный со структурными изменениями мозга (синаптогенез, аксональный спрутинг и др.), который обеспечивает обучение и память» [2].

Существенную роль свойства нейропластичности в обучении доказали клинические и экспериментальные исследования. Было выведено положение о том, что совершенствование нервной системы обосновано жизненным опытом. При этом образуются новые нервные отростки, увеличивается количество синаптических связей между нейронами и возникают новые функциональные системы. Эти новые клеточные ассоциации и являются единицами памяти [3]. В процессе обучения наступают нейропластические изменения в виде реорганизации работы синапсов и ремоделирования нейрональных сетей [4]. У людей с более высоким уровнем образования, занятых умственной, творческой деятельностью наблюдаются более ветвистые нейронные связи, иногда больший размер головного мозга.

В когнитивном развитии человека очень важную роль играет воспитание, закладывающее основы социализации личности, способность к осознанной саморегуляции жизнедеятельности, которая заключается в способности ставить цели, анализировать условия их достижения, планировать действия по их достижению, контролировать и оценивать результаты собственных действий.

Процесс воспитания – это процесс обучения ребенка социальным нормам и правилам, который как любое обучение основан на способности элементов нервной системы (нейронов и нейронных цепей) образовывать условнорефлекторные связи на клеточном уровне.

Когнитивные способности человека зависят во многом от способности мозга к накоплению информации, знаний, опыта. Эта способность создает основу для успешной адаптации в любых условиях, становится залогом выживания человечества в любых обстоятельствах. Развитие когнитивных компонентов жизнедеятельности (способности к мысленному планированию собственных действий, рефлексии и прочих) как ресурса адаптации человека к жизненному миру и ресурса самореализации в нем обладает значительным потенциалом. Об этом свидетельствуют разработки различных нейросетевых моделей памяти и обучения.

1. Комкова Е.И. Когнитивно-личностное развитие ребенка в процессе его социализации // Сборник «Л.И. Божович и современная психология личности». М., 2008.
2. Черникова Л.А. Нейропластичность как основа восстановления и компенсации нарушенных двигательных функций // Сб. тезисов научно–практической конференции «Современные аспекты нейрореабилитации». М., 18–19 мая 2007. С. 15–16.
3. Singer W. Development and plasticity of cortical processing architectures// Science. 1995. Vol.270. P.758-764.
4. Живолупов С.А., Самарцев И.Н. Нейропластичность: патофизиологические аспекты и возможности терапевтической модуляции// Журн. неврол. и психиат. 2009. №4 (109). С. 78-85.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЭМОЦИОНАЛЬНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ САМОРЕГУЛЯЦИИ СОСТОЯНИЯ С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Трунова М.С.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
mari-trunova@rambler.ru*

В основе произвольной саморегуляции состояния лежит способность человека в определенных границах модифицировать характер собственных психофизиологических реакций. Метод биологической обратной связи (БОС) позволяет за ограниченное число тренировочных сессий научиться произвольному и

непосредственному управлению физиологическими параметрами за счет представления их динамики в форме, доступной восприятию обучающегося. Таким образом, данная технология, «основанная на использовании феномена адаптивной обратной связи, позволяет контролировать процесс адаптации и «тренировать» состояние оптимального функционирования» [1, С. 19].

Исходя из представления о центральной роли мозга во всех физиологических реакциях [5], можно предположить, что наиболее перспективным в саморегуляции состояний является ЭЭГ (или «нейро-») БОС-тренинг, связанный с произвольными изменениями электрической активности мозга, и, в частности, альфа-стимулирующий БОС-тренинг, направленный на увеличение мощности альфа-ритма, традиционно связываемого с состоянием покоя и релаксации.

БОС является мощным инструментом саморегуляции состояния, нашедшим широкое применение в медицине, спорте, психотерапии и других областях. Однако имеющиеся данные свидетельствуют в пользу того, что выраженность достигаемого путем БОС-тренинга эффекта, равно как и целесообразность его применения, неодинаковы и требуют учета индивидуально-психологических особенностей обучающихся. В связи с этим поиск предикторов эффективности БОС-тренинга представляет особый научный и практический интерес.

Настоящее исследование посвящено выявлению связи между степенью выраженности различных проявлений эмоциональности, определенных по четырем психологическим опросникам, и эффективностью обучения релаксационным навыкам с использованием альфа-стимулирующего БОС-тренинга.

В исследовании приняли участие 12 человек в возрасте от 19 лет до 21 года. Все испытуемые однократно и независимо друг от друга отвечали на вопросы 4 опросников: «Определение эмоциональности» В.В. Суворовой, Самооценочный тест «Характеристики эмоциональности» Е.П. Ильина, Опросник Айзенка «экстраверсия-нейротизм (Вариант А) по Е.П. Ильину, Опросник формально-динамических свойств индивидуальности (ОФДСИ) В.М.Русалова [3].

Обучающий цикл для каждого испытуемого включал 3 сеанса альфа-стимулирующего БОС-тренинга длительностью по 15 минут каждый. Предварительная инструкция ориентировала испытуемых на «внутренний поиск» состояния, варьировавшего в зависимости от особенностей индивидуального опыта обучающегося, но, так или иначе, соотносимого с состоянием покоя и релаксации.

Сигнал биологической обратной связи предъявлялся на мониторе компьютера в виде красного шара, перемещающегося вдоль оси ординат в центре однородного черного экрана. Согласно использованному игровому сценарию, увеличение мощности альфа-ритма, превышающее подобранные в соответствии с индивидуальными особенностями ЭЭГ испытуемых пороги срабатывания, соответствовало движению шара вниз. Таким образом, задача испытуемого состояла в том, чтобы в течение тренинга как можно дольше «удерживать» шар в крайнем нижнем положении, что могло быть достигнуто произвольным увеличением мощности альфа-ритма.

Регистрацию ЭЭГ проводили на энцефалографе NVX-52 с программным обеспечением «Неокортекс Про» (ООО «Нейроботикс», Россия) от 2-х отведений в затылочной области (О1 и О2) в соответствии с международной схемой «10-20%». На полученных записях удаляли артефактные фрагменты. Измеряли и анализировали спектральную мощность альфа-ритма. Данные, полученные в результате спектрального анализа, импортировали в программу MS Excel для подготовки к дальнейшей статистической обработке.

Эффективность тренинга оценивали для каждого испытуемого отдельно путем построения тренда, отражающего динамику изменения мощности альфа-ритма на протяжении всего обучающего цикла. За критерий эффективности альфа-стимулирующего тренинга при соотнесении с индивидуальными проявлениями эмоциональности принимали разность между максимальным значением мощности альфа-ритма в третьей сессии и минимальным – в первой сессии тренировочного цикла. Статистическую обработку данных и их связи с показателями опросников проводили с использованием регрессионного анализа и корреляции Спирмена в программе SPSS Statistics 17.0.

В подтверждение исходного предположения, испытуемые с низкой, средней и высокой степенью эмоциональности при обучении релаксационным навыкам с использованием ЭЭГ альфа-тренинга БОС продемонстрировали различные результаты.

Альфа-стимулирующий БОС-тренинг оказался наиболее эффективным для лиц, характеризующихся средней степенью эмоциональности (по Суворовой), эмоциональной возбудимости, интенсивности эмоций, эмоциональной стабильности, психомоторной и коммуникативной эмоциональности, высокой степенью длительности эмоций, интеллектуальной и общей эмоциональности (по Русалову), и низким отрицательным влиянием эмоций на эффективность деятельности и общения.

Согласно полученным данным, тенденция к наиболее эффективному прохождению альфа-стимулирующего БОС-тренинга прослеживается у лиц, степень эмоциональности которых варьирует в умеренном диапазоне.

При соотнесении результатов БОС-тренинга с данными опросников эмоциональности выявлены следующие тенденции:

1. Люди со средней и высокой степенью эмоциональности (5 человек) продемонстрировали значимое ($p < 0,05$) увеличение мощности альфа-ритма (рис. 1)
2. Люди с низкой степенью эмоциональности (4 человека) демонстрировали значимое ($p < 0,05$) уменьшение мощности альфа-ритма (рис. 2)
3. У людей с неодинаковой степенью выраженности различных характеристик эмоциональности (3 человека) не выявлено однозначной тенденции.

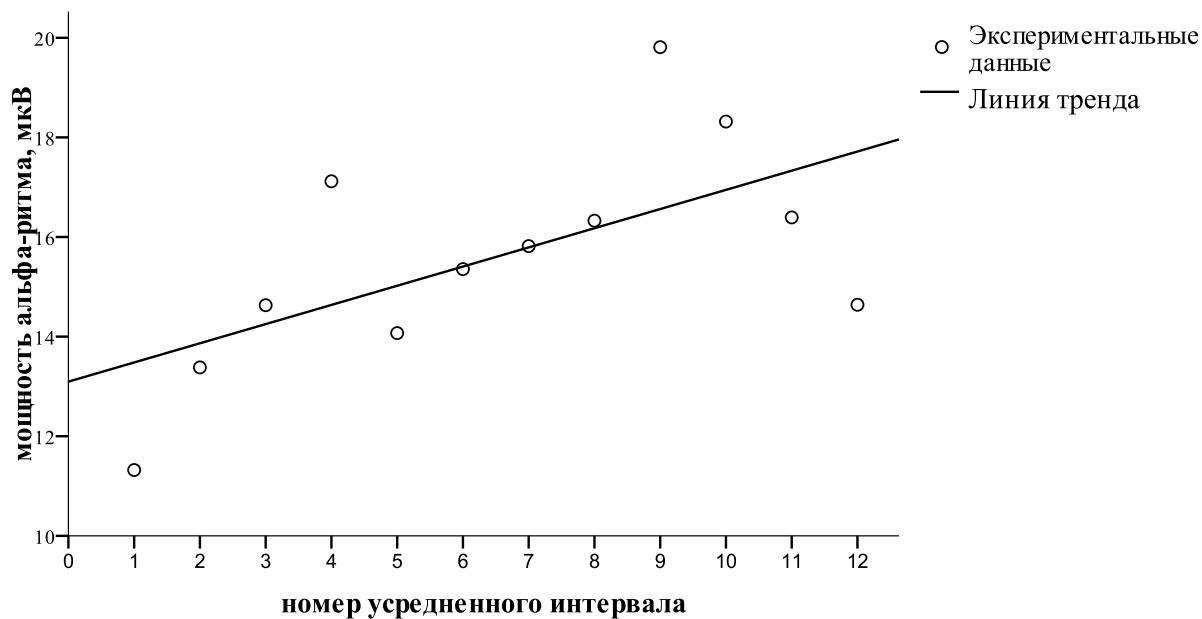


Рис.1 – Среднее значение мощности альфа-ритма (испытуемые со средней и высокой степенью эмоциональности)

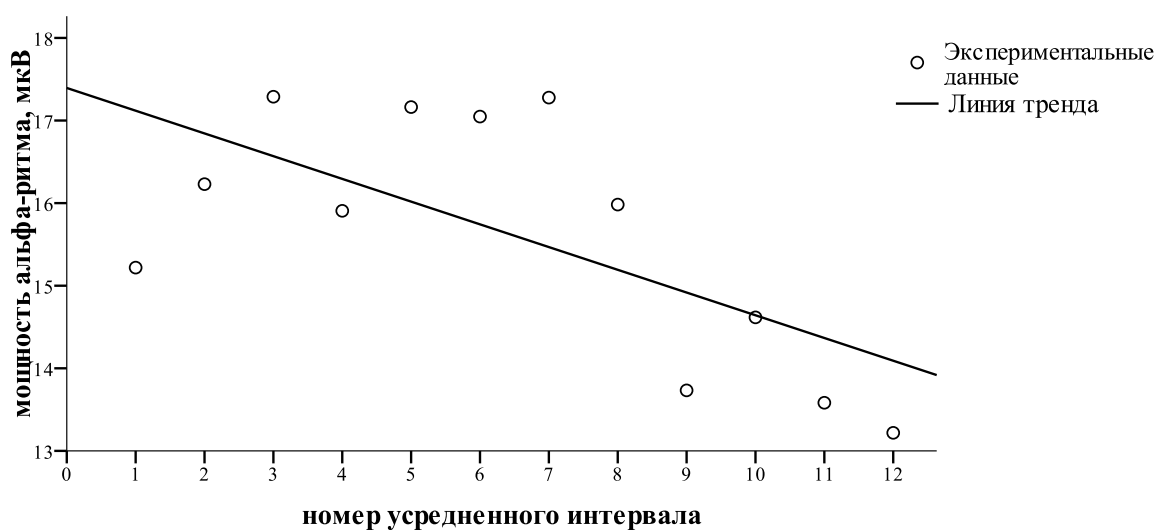


Рис.2 – Среднее значение мощности альфа-ритма (испытуемые с низкой степенью эмоциональности)

Выводы

На основании проведенного исследования можно говорить о том, что:

Люди, обладающие низкой степенью эмоциональности, демонстрируют регресс по результатам трех экспериментальных сессий альфа-стимулирующего тренинга.

Люди, обладающие средней и высокой степенью эмоциональности, демонстрируют значимый прогресс по результатам первых трех экспериментальных сессий альфа-стимулирующего тренинга.

Полученные результаты указывают на связь успешности овладения навыками саморегуляции состояния с помощью метода БОС со степенью эмоциональности обучающихся.

В данной работе использованы результаты, полученные в ходе выполнения проекта «Психофизиологическое исследование внимания и его связи с особенностями темперамента методом регистрации электрической активности мозга» в рамках Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2011 году.

1. Базанова О.М. Вариабельность индивидуальных показателей альфа активности электроэнцефалограммы и оптимальное функционирование // в сб. Биоуправление-21: теория и практика, Новосибирск, 2010, С. 18-43.

2. Базанова О.М. Индивидуальные характеристики альфа-активности и сенсомоторная интеграция: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Новосибирск, 2009. – 39 с.

3. Ильин Е. П. Эмоции и чувства. - СПб: Питер, 2001. 752 с.

4. Каплан А.Я. ЭЭГ как управляющий сигнал: на пути к биотехнической нейрокоммуникации // в сб. Биоуправление-21: теория и практика, Новосибирск, 2010, С. 7-19

5. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию – М: «Мир», 1981. 248 с.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИНСУЛЬТА ГОЛОВНОГО МОЗГА У КРЫС СД ПОД ВЛИЯНИЕМ ДИПИРИДАМОЛА

Туховская Е.А.

*Филиал Учреждения Российской академии наук института биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ФИБХ)
lenoktuk@rambler.ru*

Дипиридамо́л – антиагрегантный препарат, обладающий свойством повышать уровень аденозина, снижая его обратный захват в постсинаптических мембранах. Также дипиридамо́л снижает активность фосфодиэстеразы, что повышает содержание цГМФ и оказывает сосудорасширяющее действие, повышая уровень NO. Таким образом, дипиридамо́л улучшает микроциркуляцию в проблемных регионах [1]. По имеющимся данным клинических исследований, комплексная терапия низкими дозами аспирина и дипиридамо́ла существенно снижает риск развития повторных ишемических инсультов и транзиторных ишемических атак [2]. Вследствие того, что дипиридамо́л при длительном приеме вызывает головные боли за счет вазодилатации, применение его в максимальной терапевтической дозе не всегда приемлемо. Задача данного исследования - изучить влияние предварительного курсового введения дипиридамо́ла в низких дозах на последствия инсульта головного мозга у крыс СД.

Целью исследования было изучить влияние 17-дневного профилактического перорального введения дипиридамола крысам CD на последствия фокального инсульта на модели окклюзии средней мозговой артерии (ОСМА).

Животных делили на группы: ОСМА+растворитель (раствор NaCl 0,9%), ОСМА+дипиридамолом и ложнопериованные (ЛО). Животным вводили дипиридамолом или растворитель в течение 17 дней, после чего животных в наркотизированном состоянии подвергали временной ОСМА. Окклюзия длилась 90 минут. На протяжении 21 дня после операции животные находились под наблюдением, и подвергались поведенческому тестированию. Батарея тестов включала: тестирование моторной координации на приборе «вращающийся стержень» и тестирование локомоторной асимметрии (кетамининдуцированное вращение). Тесты проводили на 1, 3, 5, 7, 14 и 21 сутки после операции. По окончании периода тестирования животных подвергали эвтаназии, головной мозг перфузировали физиологическим раствором с гепарином, а затем фиксатором, извлекали из черепной коробки, получали коронарные криосрезы толщиной 50 мкм, окрашивали 0,5% крезоловым фиолетовым и рассчитывали объем инфаркта.

Наблюдались смертность животных после операции ОСМА (на первые-третьи сутки после операции). В группе ложнопериованных животных смертности не наблюдалось. В группе животных, получавших дипиридамолом, умерли 25% животных. В группе животных, получавших растворитель, умерло 70% животных.

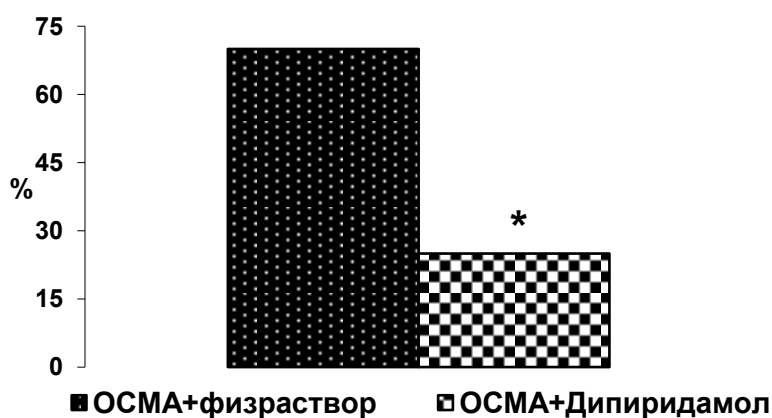


Рисунок 1 Смертность животных после операции ОСМА

* $p \leq 0,05$ относительно животных ОСМА+растворитель (Chi-square)

В тесте кетамининдуцированное вращение наблюдалось достоверное снижение процента вращений в сторону повреждения в группе ОСМА+дипиридамолом относительно группы ОСМА+растворитель в первый день тестирования. В последующие дни наблюдалась тенденция к снижению процента вращений в сторону повреждения в группе ОСМА+дипиридамолом относительно группы ОСМА+растворитель (до 7 суток), а затем не наблюдалось различий.

В тестировании моторной координации группа ОСМА+дипиридамола достоверно отличалась в лучшую сторону от группы ОСМА+растворитель только на 21 сутки тестирования. Однако, начиная с 5 суток, намечалась тенденция к улучшению моторной координации и баланса в группе, получавшей дипиридамола, относительно контрольной группы ОСМА+растворитель.

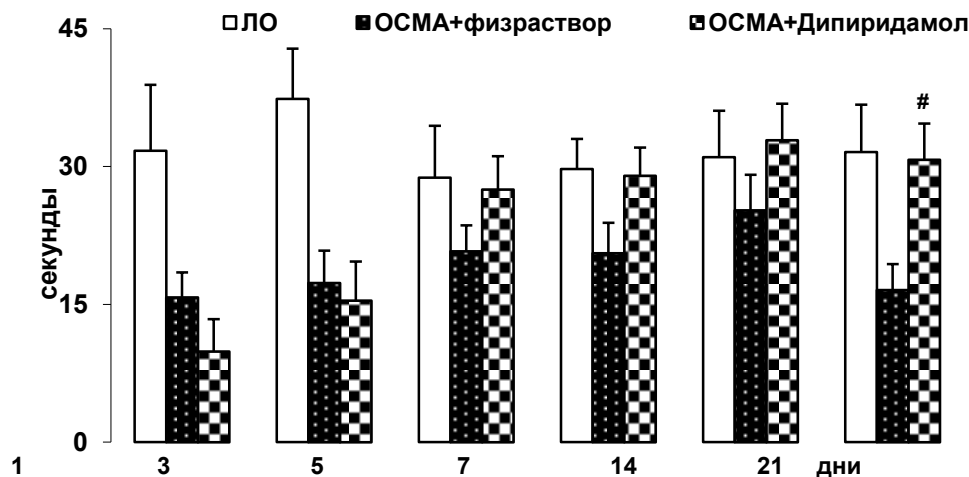


Рисунок 2 Результаты теста «вращающийся стержень». Латентное время падения.
$p \leq 0,05$ относительно животных, получавших растворитель

Были подготовлены серийные срезы головного мозга с помощью замораживающего микротомы, срезы были окрашены. Обсчет объема инфаркта правого полушария проводили с использованием программы Reconstruct 1.0.6.0.

При сравнении полученных объемов инфаркта правого полушария между группами, подвергавшимися ОСМА и получавшими дипиридамола и растворитель, не было выявлено достоверных различий.

На основании полученных результатов можно сделать заключение о наличии положительного эффекта предварительного курсового приема препарата дипиридамола в относительно низкой дозе при фокальном инсульте. В пользу подобного заключения говорит выраженное снижение смертности от инсульта в группе животных, получавших дипиридамола (70% в группе ОСМА+растворитель против 25% в группе ОСМА+дипиридамола). Объем инфаркта поврежденного инсультом полушария не различался между группами животных. Однако результаты поведенческого тестирования указывают на тенденцию к улучшению функционального состояния животных получавших дипиридамола в сравнении с животными, получавшими растворитель.

1. Gamboa A. Role of Adenosine and Nitric Oxide on the Mechanisms of Action of Dipyridamole, *Stroke*. 2005;36:2170-2175
2. Leonardi-Bee Dipyridamole for Preventing Recurrent Ischemic Stroke and Other Vascular Events A Meta-Analysis of Individual Patient Data From Randomized Controlled Trials *Jo, Stroke*. 2005;36:162-168.

ЛИЧНЫЙ ПРОЕКТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИИ

Тытарь А.Д.

*Кафедра менеджмента ТТИ ЮФУ
alimdanilovich@mail.ru*

В докладе рассматривается методическая работа со студентами 3 и 4 курсов бакалавров и специалистов по специальности менеджмент по составлению личного плана самореализации в процессе учебного процесса.

Профессиональная подготовка студента в ВУЗе направлена на формирование компетенций заданных образовательным стандартом. В УМК к каждому учебному курсу перечислен перечень компетенций, которыми должен обладать студент по освоению этого курса. Однако, навыки, которые понадобятся завтра в практической деятельности выпускников, необязательно совпадут с навыками, необходимыми сегодня.

В связи с этим перспективным является подход в [1] деления компетенций на четыре группы:

	Профессиональные	Личностные
Концептуальные	Когнитивные компетенции	Метакомпетенции
Операционные	Функциональные компетенции	Социальные компетенции

Рис.1 Модель многомерной структуры компетенций

Целостную структурную модель компетенций можно представить также в виде тетраэдра, отражающего единство компетенций (рис. 2).



Рис. 2. Структурная модель компетенций

Метакомпетенции отличаются от первых трех кластеров, они служат базисом для приобретения других компетенций.

Следовательно, ядром компетентностного подхода в образовании должно быть развитие метакомпетенций, а на их основе построение учебного процесса формирования трёх остальных групп компетенций. Однако в настоящее время нет единого мнения, какую группу компетенций отнести к метакомпетенциям и какое место они должны занимать в профессиональной подготовке.

Мы исходили из той позиции, что профессиональная подготовка – это, прежде всего, процесс личностной самореализации. Такая позиция позволяет структурировать весь методический материал профессиональной подготовки с позиции форсайт проектов получения профессионалов, способных эффективно работать в профессиональной среде на момент их выпуска с быстрой адаптацией к реальным условиям.

Выделение метакомпетенций в нашем подходе опиралось на модель нейробиологических уровней научения Дилтса [2] и анализа инструментов развития личности [3]

В результате когнитивного моделирования были выделены в качестве метакомпетенций следующие:

- самомотивация;
- самоорганизация;
- целеустремлённость.

В экспериментальном учебном процессе формирования желаемых компетенций выявилось ещё одно обстоятельство, что хорошо согласовывалось с моделью нейробиологических уровней научения Дилтса, – степень личностной зрелости и осознания личностью своей жизненной установки. Эти составляющие необходимо прояснять и доводить до сознания обучаемых прежде, чем разрабатывать программу личностной профессиональной самореализации в учебном процессе.

При таком подходе весь учебный процесс рассматривается как проект профессиональной самореализации личности и учебный план подчинён когнитивной модели формирования логической последовательности формирования требуемых компетенций. Учебная программа должна строиться с учётом предварительного формирования метакомпетенций и последующей самоактуализацией компетенций требуемых образовательным стандартом (и/или заказом организации) в дисциплинах учебного плана по данному профилю подготовки.

По мнению Катаева основным условием самореализации личности является наличие у человека развитого самосознания и рефлексии с актуализированной способностью познавать себя и окружающий мир, реальные и потенциальные способности и возможности, интересы и ценности, перспективы личностного и профессионального роста [4].

Под профессиональной самореализацией мы понимаем внутреннюю и внешнюю активность в стремлении реализовать в профессиональной деятельности свой личностный потенциал с целью достижения своих базовых потребностей.

На рис. 3 представлено взаимодействие трёх факторов А, В, С, пересечения которых формируют область профессиональной самореализации Р:

А – базовые потребности личности;

В – профессиональная область;

С – личностный потенциал;

Р – область профессиональной самореализации.

Взаимодействие факторов:

– базовые потребности А и личностный потенциал С являются источником **самотивации – к**;

- базовые потребности А ориентируемые на профессиональную область В являются источником **целеустремлённости – д**;

- личностный потенциал С в профессиональной области В определяет содержание **самоорганизации - е**.

Взятая за основу модель профессиональной самореализации помогает структурировать необходимый набор диагностических процедур для оценки факторов способствующих профессиональной самореализации и базовых компетенций необходимых для профессионального развития. При таком подходе факторы *к*, *д*, *е* определяют базовый набор метакомпетенций способствующих дальнейшему освоению функциональных, когнитивных и социальных компетенций в процессе профессиональной самореализации.

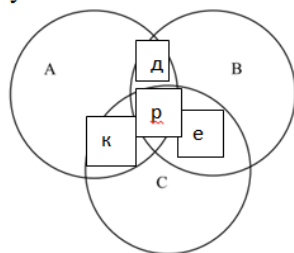


Рис. 3

Данная работа проводилась со студентами четвёртого курса по специальности менеджмент в качестве проекта осознанной профессиональной самореализации. На предварительном этапе была разработана компетентностная модель профессионального менеджера и проводилось тестирование на пиктополиграфическом оборудовании студентов по личностно психологическим качествам и необходимым профессионально психологическим компетенциям [5,6]. Затем составлялся список желаемых качеств и компетенций и возможных ситуаций в которых в разной степени они могли быть проявлены.

Задания для студентов состояло на этой фазе из двух этапов. На первом этапе они расставляли в баллах от 1 до 10 их представление о степени развитости у них выбранных из общего списка значимых, по их мнению качеств и компетенций. Затем на втором этапе проводили анализ проявления этих качеств и компетенций в ситуациях, выбранных из предлагаемого списка.

Результаты первого и второго этапа накладывались на общий график. По результатам на третьем этапе проводилась сессия коучинга с целью выявления необходимого механизма развития тех качеств и компетенций, по которым были

либо получены низкие баллы, либо значительные расхождения результатов первого и второго этапа.

В результате проделанной работы студенты легко осваивали предложенный подход, значительная часть студентов могла сама проводить эту методику и помогать друг другу в составлении конкретной программы профессиональной самореализации на реальных ситуациях.

1. Холодная М. А. Х73 Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2004. — 384 с: ил. — (Серия «Мастера психологии»).

2. Дилтс Р. Коучинг с помощью НЛП. — СПб. :прайм- ЕВРОЗНАК, 2004. — 256 с.

3. Кови Стивен Р. Семь навыков высокоэффективных людей: Мощные инструменты развития личности/ Кови Стивен Р. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 375 с.

4. Кудинов С.И. Функционально-стилевой подход в исследовании самореализации личности. // Наука. Образование. Практика. Сборник материалов региональной межвузовской научно-практической конференции. — Уфа : Восточный университет, 2007, с. 37-41.

5. Тытарь А.Д., Тытарь Е.Т. Эгоскопия в компетентностном подходе в учебном процессе Известия ЮФУ. с Технические науки. Тематический выпуск. «Перспективы медицинского приборостроения». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009, № 10 (99) С. 253-254

6. Тытарь А.Д., Тытарь Е.Т., Ершов В.И. Пиктополиграфический метод выявления интенциональных психологических характеристик менеджера Материалы международной конференции 21-24 сентября 2009 г., Волгоград, Россия. С. 46

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЖИЗНЕННО ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Тычков А.Ю., Клебнева А.Е.

*Пенза, Пензенский государственный университет
tychkov-a@mail.ru*

Для большинства людей личное здоровье является приоритетной жизненной ценностью и целью. Существенное поддержание и улучшение здоровья, а следовательно, и качество жизни людей может быть достигнуто за счет применения новых информационных медицинских технологий. Одним из эффективных методов поддержания здоровья человека и населения в целом является профилактика

заболеваний. Среди широкого комплекса профилактических мероприятий, важную роль играет наблюдение (самонаблюдение) и слежение за состоянием основных медико-физиологических показателей организма. Контроль отклонений таких показателей от должных значений, позволяет принять своевременные действия по установлению и устранению причин их возникновения. Обеспечить такой постоянный контроль силами только медицинского персонала практически невозможно. Для обеспечения постоянного контроля важнейших показателей жизнедеятельности (ВПЖ) необходимы системы мониторинга [1].

Интерес населения к медицинской информации, здоровому образу жизни, поддержанию и сохранению здоровья требует принципиально новых подходов к мониторингу медико-физиологических показателей организма. Всего десять лет назад для обеспечения такого мониторинга разрабатывались и применялись портативные персональные приборы [2]. Сейчас речь идет уже о системах мониторинга ВПЖ. Развитие и совершенствование микрокомпьютерных и информационных технологий позволяет по-новому взглянуть на возможности таких систем. Современная микропотребляющая элементная база, беспроводные информационные технологии и новые математические теории (искусственные нейронные сети, нечеткая логика, Вейвлет-преобразование и др.) являются основой для практической реализации медицинских мониторинговых систем.

Повсеместное распространение мобильной связи, сотовых телефонов, смартфонов, коммуникаторов, портативных компьютеров дает принципиальную возможность создания нового поколения систем медицинского мониторинга. Современные смартфоны являются не столько средствами связи, сколько персональными развлекательными центрами. Их структура уже имеет большинство узлов, необходимых для создания беспроводных медицинских мониторинговых систем. Вычислительная мощность современных телефонов избыточна и вполне достаточна для реализации новых медицинских функций.

На протяжении многих лет задача передачи данных от медицинских измерительных преобразователей и электродов к средствам измерения и анализа представляла серьезную проблему для разработчиков медицинской аппаратуры. Стандартные методики проведения медицинских измерений предусматривают проводные соединения датчиков, при этом пациента зачастую полностью опутывают кабелями. Во многих системах каждый электрод или датчик присоединяется к монитору отдельным кабелем. Все эти провода ограничивают движение пациента, а перемещение кабелей относительно друг друга и источников электромагнитных сигналов создают помехи в передаваемых сигналах [3].

В настоящее время проводные соединения между датчиками и монитором целесообразно заменить беспроводными технологиями (и соответствующими техническими средствами) передачи данных. При выборе беспроводной технологии необходимо учитывать экстремальные условия функционирования (высокий уровень помех, свободная двигательная активность пациентов, низкое энергопотребление и т.д.). Передача цифровых данных через тело пациента является актуальной задачей, решаемой медицинскими инженерами во многих странах мира. Такой способ

передачи данных имеет ряд преимуществ перед другими технологиями – первую очередь это низкое энергопотребление и малая излучаемая мощность (что оказывает меньший вред здоровью по сравнению с другими технологиями). С 2007 года IEEE была сформирована рабочая группа 802.15.6 по разработке стандарта для технологии передачи цифровых данных через тело человека Body Area Network (BAN). В настоящее время в мире разработано и исследуется несколько вариантов BAN.

Интеллектуальные датчики, расположенные на теле пациента, в своем составе содержат вычислительные средства (микропроцессор). При этом появляется целый ряд новых функциональных возможностей, которых не было в аналогичных устройствах без процессора. Применение интеллектуальных датчиков облегчают проектирование сенсорных информационных систем, делая этот процесс проще, дешевле и быстрее.

Конструктивно интеллектуальные датчики для сбора медицинской информации выполняются в виде эластичных клейких пластин (в зарубежной литературе используется термин Digital plaster – «цифровой пластырь»). Такие датчики, приклеенные к различным частям тела пациента, образуют беспроводную сенсорную сеть. Основная функциональная обработка данных, собираемых датчиками, осуществляется на узле (шлюзе), в качестве которого целесообразно использовать смартфон пациента, который для реализации BAN должен находиться в непосредственной близости с телом (например в кармане).

Узел (смартфон) получает информацию не от каждого датчика, а лишь от находящегося в непосредственной близости. Проблема получения сенсорной информации, собираемой датчиками, решается следующим образом. Датчики обмениваются между собой информацией с помощью приемопередатчиков (это, во-первых, измерительная медико-физиологическая информация, получаемая с преобразователей и электродов, а во-вторых, информация о состоянии устройств и результатах процесса передачи данных). Информация передается от одних датчиков другим по цепочке, и в итоге ближайшие к узлу датчики передают ему всю накопленную информацию. Если часть датчиков выходит из строя, работа сенсорной сети после реконфигурации должна продолжаться. При этом, естественно, уменьшается число источников информации.

Основную проблему беспроводной передачи данных на узел представляет интеграция всех технических средств предварительной обработки измерительной информации в датчике. Измерительные преобразователи, аналоговые усилители, фильтры, АЦП, микроконтроллер, оперативная и флэш-память, приемопередатчик и антенна должны находиться на теле пациента. Там же располагается и источник питания (малогабаритный аккумулятор, DC/DC преобразователи, супервизор питания). Чтобы беспроводной датчик не стал слишком громоздким все его компоненты должны быть миниатюрны и иметь низкое энергопотребление, а интеграция компонентов в датчик должна быть выполнена на высоком техническом уровне. Только в этом случае беспроводной датчик будет удобен для пациента, что

будет его главным преимуществом перед классическими проводными системами мониторинга.

Наиболее целесообразным представляется начать разработку системы мониторинга ВПЖ с датчиков для регистрации электрокардосигнала (ЭКС). Электрокардиография – исторически первый и самый освоенный электрофизиологический метод. Регистрация и исследование ЭКС может производиться длительно и многократно без каких-либо болезненных ощущений или вредного воздействия на организм. Это важное достоинство наряду с большой информативностью, явилось одной из причин, способствовавших развитию и широкому распространению автоматического анализа ЭКС.

Анализ ЭКС позволяет определить частоту сердечных сокращений (ЧСС) и вариабельность сердечного ритма (ВСР), обнаружить различные виды нарушения ритма сердца и проводимости, выявить острые или хронические повреждения миокарда, получить информацию о физическом состоянии сердца (гипертрофии левого или правого желудочка, изменении предсердий), определить нарушения электролитного баланса, может дать информацию о некоторых внесердечных заболеваниях (например, тромбозах лёгочной артерии).

На экране смартфона отображается графическая информация (электрокардиограмма, ритмограмма), а также результаты измерений и анализа (ЧСС, параметры ВСР, факты обнаружения различных нарушения ритма и проводимости). При наступлении опасных для жизни ситуаций активируется звуковой сигнал тревоги. При необходимости информация со смартфона может передаваться на персональный компьютер врача посредством технологий Wi-Fi/3G.

Эффективность автоматизированного анализа ЭКС напрямую зависит от точности измерения амплитудных и временных параметров сигнала, от достоверности обнаружения и распознавания его отдельных элементов и их границ. В свою очередь, основной причиной погрешностей измерений и ошибок обнаружения (распознавания) элементов ЭКС являются помехи, различные по своему происхождению, интенсивности, спектральным и статистическим характеристикам, взаимодействию с полезным сигналом.

Предложенная система мониторинга дает возможность вести непрерывное наблюдение за состоянием пациента, куда бы он ни перемещался, не допуская пропусков в сборе данных. Применяемые стандартные беспроводные технологии и оригинальные алгоритмы обработки информации обеспечат качественный мониторинг ВПЖ. При необходимости транспортировки пациента фактически отпадает необходимость в отдельных транспортных мониторах. Амбулаторные пациенты могут беспрепятственно перемещаться по больнице. Автоматизация процессов сбора и анализа ВПЖ пациентов и реализация доступа к этой информации с применением мобильной связи позволит врачам принимать более продуманные решения.

1. Викторов В.А., Матвеев Е.В., Гундаров В.П., Варин А.Н. Медико-техническое обеспечение вневрачебного мониторинга состояния здоровья человека. Медицинская техника. № 1, 1999. С. 3-5.
2. Юматов Е.А., Судаков К.В., Викторов В.А., Матвеев Е.В. Охранная сигнализация жизненно важных функций человека: методология, концепция, устройства. Медицинская техника. № 1, 1999. С. 12-17.
3. Мур К., Чудовский И. Упрощение процессов медицинских измерений с использованием беспроводных датчиков. Беспроводные технологии. № 2, 2006.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕННЫХ СОСТОЯНИЙ СОЗНАНИЯ

Хало П.В.¹, Галалу В.Г.², Омельченко В.П.³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Таганрогский государственный педагогический институт имени А.П. Чехова», nabard@yandex.ru

²Таганрогский технологический институт южного федерального университета, asni@fep.tsure.ru

³Ростовский Медицинский Государственный Университет, Kng-as@yandex.ru

Современный этап развития человечества, именуемый обществом Риска, характеризуется кризисными тенденциями беспрецедентного масштаба, если в ближайшее десятилетие не изменить характера жизнедеятельности, то необратимые изменения окружающей среды уже при жизни нынешнего поколения приведет к катастрофе общепланетарного масштаба. Для преодоления этой тенденции, необходимо срочное формирование общества безопасного типа, состоящего из людей новой формации - личностей безопасного типа. Личность безопасного типа это доминирование верхней ступени в пирамиде потребностей А. Маслоу, высочайший уровень эрудированности, владение всеми существующими навыками обеспечения безопасности жизнедеятельности и т.д., что позволяет говорить об идеальном случае слаженности функционирования человеческого организма, включая психический уровень. В исторической ретроспективе, личность безопасного типа имеет ряд поразительных сходств с психологическими качествами, составляющими одновременно кодексы поведения идеального строителя коммунизма и послушников первохристианских общин, что позволяет говорить об общемировой и общеисторической тенденции. Однако и первый, и второй социальный проект оказались не удачными. Таким образом, необходимо срочное создание теоретических

подходов к формированию, если не идеального, то хотя бы максимально приближенного к идеалу личности безопасного типа [1]. Ключевым моментом здесь по нашему мнению является разработка методов уверенного формирования расширенных состояний сознания, характеризующихся как феноменальными интеллектуальными, физическими возможностями, так и высокоморальными типами поведения. Вместе с тем, несмотря на многочисленные исследования в этой области, как в нашей стране, так и за рубежом, не удалось до сих пор создать ни единой теории подобных состояний, ни уверенных методов их инициации.

Целью нашего исследования являлось построение общей математической модели измененных состояний сознания (ИСС). Под состоянием сознания мы будем понимать изменение уровня психофизиологических функций. В процессе жизнедеятельности человек может переходить от одного состояния сознания к другому, множество состояний сознания в котором он пребывает большую часть времени, назовем базовыми состояниями сознания, все остальные измененными. Как известно, выделяют два противоположных полюса ИСС – расширенные (состояния сверхсознания, инсайта, творческого подъема и т.д.) и суженные (аффект, ступор и пр.). Среди существующих математических подходов к решению этой проблемы особо хотелось бы выделить следующие методы: «мягких» вычислений, эмбедологии, р-адических иерархических деревьев. Преимущества р-адического анализа заключаются в следующем: общемировой тенденции перехода от микротехнологий к нанотехнологиям; возможностью использовать р-адическую топологию для описания иерархической структуры когнитивной информации; развитием исследований в области квантовых моделей сознания [2]. Наиболее интересной на наш взгляд является математическая динамическая модель мышления на основе иерархических деревьев, предложенная доктором физико-математических наук А.Ю. Хренниковым в [3]. Вместе с тем, эта модель была построена, как возможный пример использования р-адических чисел в психиатрии, на основе безнадежно устаревшей фрейдовской трактовки устройства психики человека, которая вообще исключает наличие расширенных состояний сознания.

Кратко изложим суть нашей модели. Периоды развития сознания связывают с преобладающей, в том или ином возрасте, мозговой активностью, характерными особенностями формирования восприятия, мышления и других высших психических функций. На основе этих периодов ранее была предложенная авторская модель структуры сознания, в которой ось абсцисс выступает в качестве шкалы мотивов личности, а по оси ординат расположены слои сознания в их онтогенезе. Шкала мотивов, ранжируется в соответствии с пирамидой потребностей А. Маслоу, причем доминирование верхних уровней обеспечивается за счет морально-логического блока [1].

В нашей модели, процесс мышления разделяется на три (в отличие от модели А.Ю. Хренникова) отдельные взаимосвязанные области: подсознание – уровень I сигнальной системы, сознание – уровень II сигнальной системы и сверхсознание - уровень III сигнальной системы. Под III сигнальной системой мы понимаем морально-этический комплекс контроля поведения, обнаруженный рядом

исследователей Б. Кафки, З.И. Кекелидзе, И. Смирнова и многих др., этот термин в подобном смысле используют Г.П. Юрьев, И. Каганец, Б.А. Диденко и пр. [1]. Для осуществления связи с подсознанием в сознании существует волевой блок. Психотехники направленные на управление подсознательными процессами организма (суггестия, аутосуггестия, НЛП и пр.) основываются на четких логических инструкциях, составленных языком, аналогичным языкам программирования. Для осуществления связи с областью сверхсознания, сознание содержит в себе морально-логический блок, психотехники направленные на контакт со сверхсознанием требуют метафоричности, образности, ассоциативности. Это объясняется тем, что I и II сигнальные системы имеют дело с дискретным мышлением, а III-я с аналоговыми невербальными конструкциями.

Предположим, что каждый из уровней: подсознание, сознание и сверхсознание обладают своей системой мышления, которую можно выразить через математическую функцию $f(x_n)$ в p -адической системе счисления. Для подсознания это будет функция выбора из множества рефлексивных программ поведения, тесно связанных с определенными триггерными стимулами, имеющими биологический смысл. Сознание оперирует преимущественно вербальными данными различного характера. Вербальные данные, имеющие биологический смысл, позволяют контролировать процессы подсознания. Работа сверхсознания обусловлена архетипами, представляющими собой ассоциации идей по смежности, подобию, контрасту и пр. Состояния сверхсознания как известно характеризуются высокой когерентностью всех видов мозговой активности. В [4] выдвигается идея о наличии у спонтанного процесса самоорганизации репликатора, т.е. единицы самовоспроизводящейся информации. В биосистемах репликатором служит ген, в сверхсознании архетип, а в сознании доминирующий мотив.

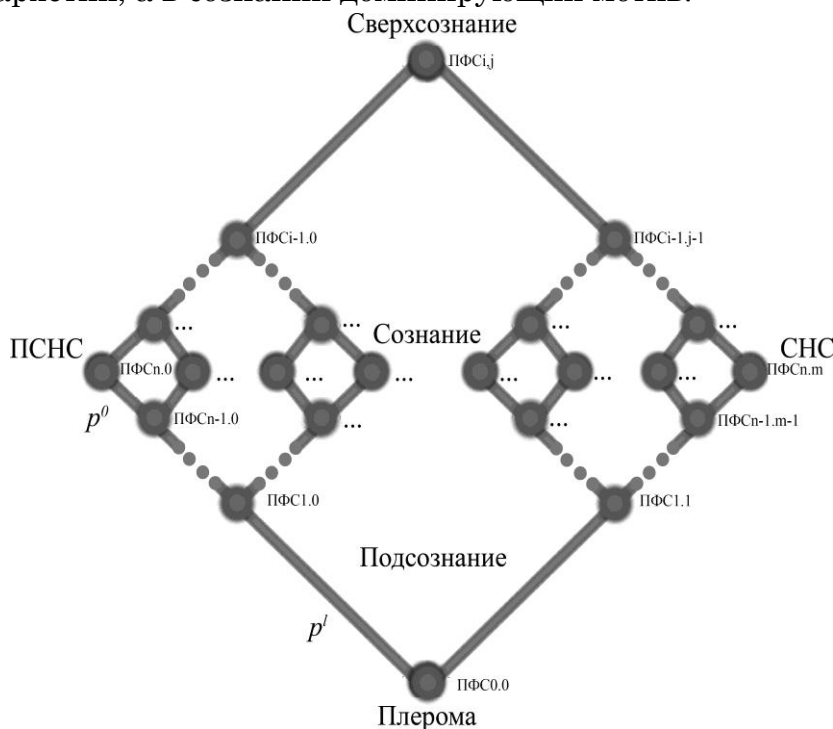


Рис. 1 Р-адическая модель формирования ИСС

Процесс мышления у взрослого человека соответственно осуществляется тремя динамическими системами, которые формируют психофизиологические состояния (ПФС): $X_{n+1}=f(x_n)$, $x_n \in X_{\text{пфс}}$ где $X_{\text{пфс}}$ — конфигурационное пространство динамической системы.

Таким образом, различные уровни психических функций можно представить в виде двух r -адических деревьев: сходящегося и расходящегося (см. рис 1). Первое дерево будет отражать уровни развития психики, начиная от стадии формирования мозговых структур ПФС0.0 (по К. Уилберу стадии Плеромы), до стадии зрелой личности. Здесь человеческая личность представляет собой множество субличностей, обусловленных различными семантически представимыми мотивами (на модели ПФС каждый раз делятся на два, в реальности же число разделений может быть иным). Шкала ПФС_{n.0}-ПФС_{n.m} расположенная между двух полюсов – расслабления (парасимпатическая нервная система) и напряжения (симпатическая нервная система). Второе дерево будет описывать постепенный процесс интеграции этих личностей (по определению Р. Ассаджиоли процесс психосинтеза) и формирование более универсальных ПФС. Оптимальное ПФС_{i,j} достигается процессом постепенной интеграции, как правило, возможным лишь при регулярном применении специальных психотехник.

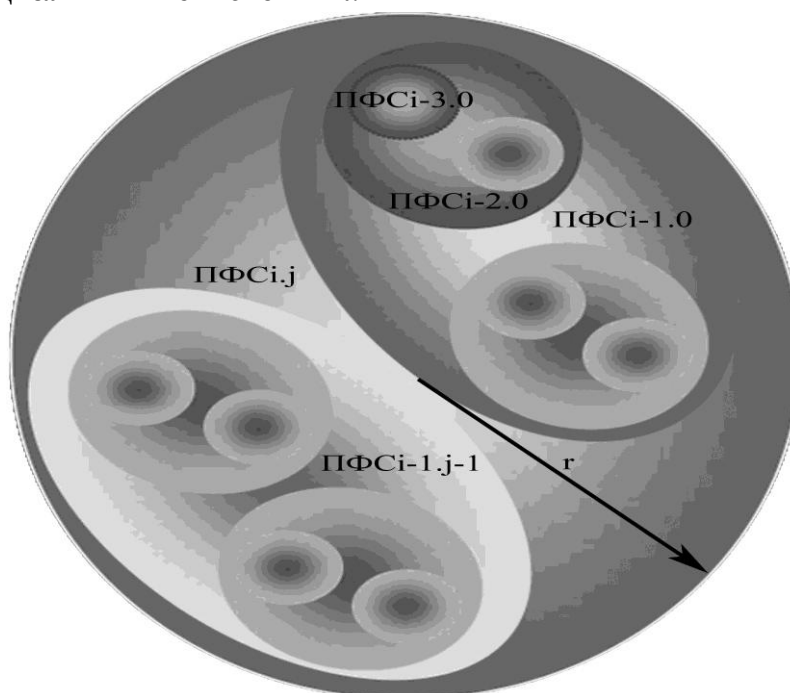


Рис. 2 Изменение функционального пространства возможностей организма

На рис. 2 показан рост радиуса r функционального пространства возможностей организма по пути продвижения к ПФС_{i,j}. Таким образом, предложенная математическая модель позволяет описать практически весь существующий спектр ИСС, что может оказаться полезным при разработке новых психотехник активации резервных возможностей организма.

1. Хало П.В. Психэкология человека. Часть I Психэкология как раздел науки [Текст] // Монография Таганрог: Танаис, 2011 208 с.
2. Хало П.В., Галалу В.Г., Омельченко В.П. Модели и принципы активации резервных возможностей организма [Текст] // Изв. ЮФУ №9 Таганрог, 2010 С63-70
3. Хренников А.Ю. Моделирование процессов мышления в р-адических системах координат. [Текст] // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 296 с.
4. Пойзнер Б.Н. О "субъекте" самоорганизации [Текст] // Изв. вузов - Прикладная нелинейная динамика. 1996. Т.4. №4. С. 149-158.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ВНЕШНИХ СИГНАЛОВ ЖИВОТНЫМ

**Хебнев Ф.Г., Шарапов М.П.¹, Журавлев Б.В., Муртазина Е.П.,
Кудрявцев Д.С.**

*НИИ нормальной физиологии им.П.К.Анохина РАМН, Москва, РФ,
fedorsnaper20062006@rambler.ru*

*¹Научно-исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, РФ
autocad1012@yahoo.com*

Описан программно-аппаратный комплекс для управления внешними устройствами, обеспечивающими предъявление внешних световых и звуковых сигналов животным. Комплекс предназначен как для автономного использования, так и в составе компьютерной системы регистрации и он-лайн обработки поведенческих и электрофизиологических, в т.ч. электроэнцефалографических показателей лабораторных животных. Применение комплекса совместно с регистрирующей системой позволяет осуществлять эксперименты по управлению поведением экспериментальных животных, на основе обратной связи от электрофизиологических показателей. Комплекс разработан, изготовлен и сейчас проходит опытную эксплуатацию.

Поведенческие эксперименты над свободными экспериментальными животными, выполняемые в лаборатории НИИ нормальной физиологии им.П.К.Анохина РАМН, предусматривают использование системы регистрации и он-лайн обработки поведенческих и электрофизиологических, в т.ч. электроэнцефалографических параметров животного и системы предъявления внешних сигналов животным. Схема поведенческого эксперимента показана на рис.1. Система регистрации и обработки построена на основе IBM-совместимого персонального компьютера А1 с подключенным к нему серийно выпускаемым

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

измерительным комплексом А2 производства США, обеспечивающим регистрацию следующих параметров:

1. Две X, Y координаты положения животного;
2. Два канала электроэнцефалографических сигналов Э1, Э2, передаваемых по радиоканалу.

Система регистрации также вырабатывает синхросигнал, который можно использовать для управления системой предъявления. Система обработки в режиме реального времени выделяет альфа, бета и прочие ритмы, при анализе активности. Амплитуда или мощность ритмов может быть использована в качестве обратной связи для управления внешними устройствами поведенческого эксперимента.

Система предъявления построена на основе IBM-совместимого персонального компьютера с подключенным к нему специально разработанным модулем управления А3. Компьютер должен быть оснащен стандартным устройством для воспроизведения звука, выполненным в виде вставляемой платы, либо интегрированным в состав системной платы компьютера. Система предъявления обеспечивает возможность предъявления следующих сигналов:

1. Двух каналов световых сигналов;
2. Двух каналов звуковых сигналов.

Система предъявления имеет возможность воспринимать и программным образом реагировать на внешний управляющий сигнал. Это сделано для того, чтобы можно было синхронизовать, задать определенную последовательность регистрации параметров и предъявления воздействий. Световые воздействия предъявляются с помощью светодиодов VD1, VD2, подключенных к модулю управления. Звуковые воздействия предъявляются с помощью громкоговорителей ВА1, ВА2, подключенных к выходу акустической системы ПК.

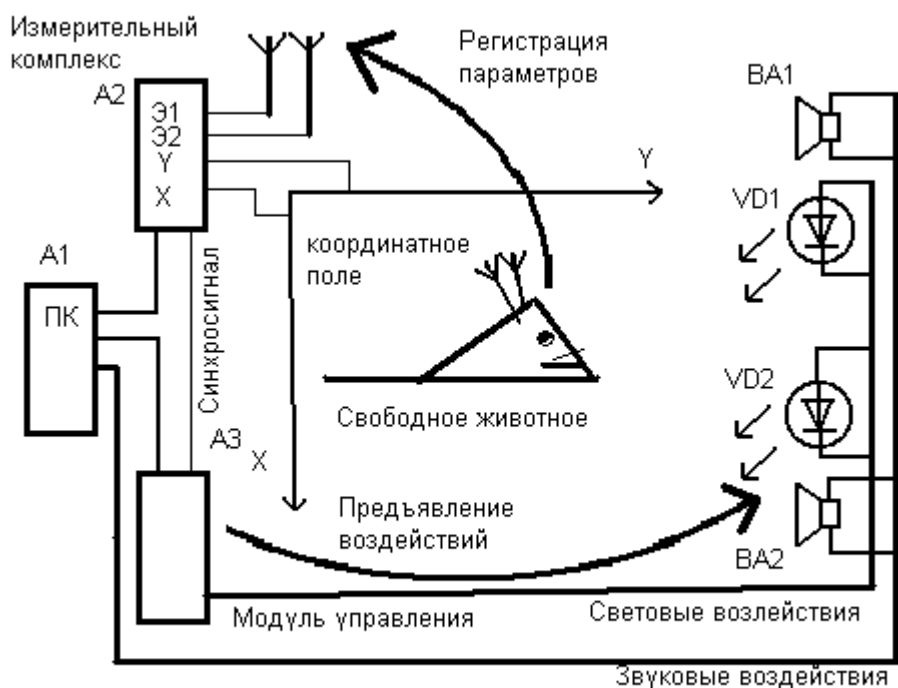
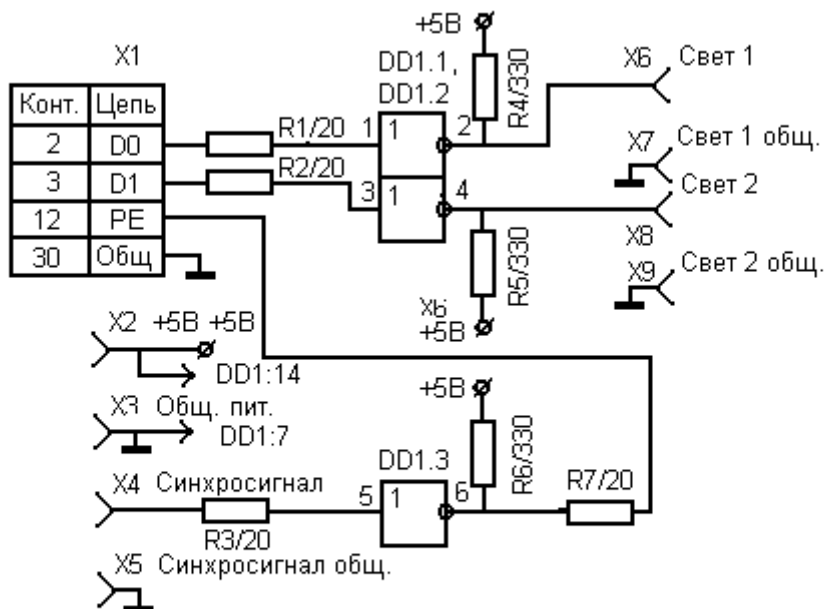


Схема поведенческого эксперимента рис.1

Модуль управления, электрическая принципиальная схема которого приведена на рис. 2, предназначен для работы под управлением ПК и обеспечивает две функции:

1. Предъявление световых воздействий по команде от ПК по двум каналам независимо,
2. Передачу в ПК состояния, факта наличия или отсутствия синхросигнала.



Модуль управления, схема электрическая, принципиальная рис.2

Модуль управления должен быть подключен к параллельному порту ПК через стандартный кабель принтера. Электропитание модуля должно быть осуществлено от отдельного источника питания с выходным напряжением постоянного тока $5\text{ В} \pm 10\%$. Потребляемый модулем ток не более $0,2\text{ А}$.

Модуль управления представляет собой набор логических формирователей, собранных на микросхеме ТТЛ логики с открытым коллектором типа К155ЛН2 (DD1) и предназначенных для формирования предъявляемых световых сигналов – DD1.1, DD1.2 и для формирования внешнего синхросигнала и передачи его в ПК – DD1.3. Эти формирователи дополнительно защищают микросхемы контроллера параллельного порта ПК от возможных опасных внешних электрических воздействий. Резисторы R1...R3, R7 выполняют защитную токоограничивающую функцию. Резисторы R4...R6 являются нагрузочными для выходов микросхемы DD1 с открытым коллектором. Разъем X1 предназначен для подключения к параллельному порту ПК, Разъемы X2, X3 предназначены для подключения электрического питания модуля. Разъемы X4, X5 предназначены для подключения внешнего синхросигнала. Разъемы X6, X7 и X8, X9 предназначены для подключения источников световых воздействий (светодиодов) первого и второго каналов, соответственно.

НЕЙРОБИОЛОГИЯ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ И К НАУКЕ О МОЗГЕ

Для выработки светового сигнала необходимо программным образом записать в порт контроллера параллельного порта LPT1 [1] по адресу 378₁₆ байт, два младших разряда которого определяют наличие или отсутствие предъявляемого светового воздействия в соответствии с таблицей 1. Значения остальных разрядов несущественны. Световое воздействие, определяемое в соответствии с таблицей 1, может продолжаться неопределенно долго до повторной записи в указанный порт байта с измененными значениями младших битов.

Для определения наличия или отсутствия синхросигнала программным образом, необходимо прочитать байт из порта по адресу 379₁₆ и проанализировать значение бита с весом 5, при этом нулевое значение этого бита соответствует высокому уровню синхросигнала, а единичное – низкому.

Таблица 1

Значение разряда байта с весом 0, младшего байта	Значение разряда байта с весом 1	Световое воздействие по первому каналу	Световое воздействие по второму каналу
0	0	Предъявлено	Предъявлено
1	0	Отсутствует	Предъявлено
0	1	Предъявлено	Отсутствует
1	1	Отсутствует	Отсутствует

Предъявление звукового воздействия осуществляется программным образом, посредством программирования стандартного аудиоустройства ПК средствами Windows 32 API. При этом оператор имеет возможность выбрать тип звукового сигнала – синусоидальный или меандр, частоту его и уровень сигнала в пределах около 80 дБ независимо по каждому каналу. Предусмотрена также возможность предъявления воздействий с настраиваемыми продолжительностью и задержкой. Например, оператор может задать такой порядок предъявления воздействий: 5 сек синусоидальный звуковой сигнал с частотой 1000 Гц по правому каналу, затем включить световой сигнал на 4 сек по правому каналу. Дискретность установки временных интервалов составляет 1 мс. Дискретность установки частоты звукового сигнала – 1 Гц.

Программная часть системы предъявления реализована в среде Delphi и опробована под управлением ОС Windows XP.

Авторы надеются, что разработанный ими и успешно опробованный программно-аппаратный комплекс предъявления внешних сигналов животным при его совместном использовании с системой регистрации, позволит замкнуть цепь обратной связи воздействия на животное. Тем самым, экспериментатор получит принципиально новые возможности исследования механизмов восприятия, анализа и принятия решений на нейрофизиологическом уровне.

1. Гук М. Интерфейсы ПК: справочник [Текст] / М. Гук – СПб. ЗАО Издательство Питер, 1999. – 416 с. . ил.,– 7000 экз. – ISBN 5-8046-0030-3. :

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОСМОТРА ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ⁴

Шапошников Д.Г., Осин В.А., Колтунова Т.И.

НИИ нейрокибернетики им. А. Б. Когана, Южный федеральный университет
dima@nisms.krinc.ru

Известно, что механизмы зрительного внимания включают много компонент (от сенсорных до когнитивных), взаимодействующих между собой [1, 2 и мн. др]. Однако, несмотря на интенсивные исследования в этой области в последнее десятилетие, проведенных с помощью современных методов регистрации движений глаз, вопрос о базовых механизмах внимания и их иерархии в настоящее время не решен. Принимая во внимание противоречивость известных фактов и гипотез о механизмах перевода взгляда, математические модели, имитирующие нейробиологические феномены, рассматриваются как один из важнейших инструментов [3, 4] при исследовании механизмов зрительного внимания. Создание новых всё более биологоправдоподобных моделей зрения остаётся актуальной задачей.

В ходе данной работы разрабатывается исследовательская модель формирования траекторий осмотра сложных изображений. Модель включает входное окно, модуль определения признаков и их комбинаций и функцию притяжения, определяющую следующую точку фиксации.

Входное окно представляет собой структуру, состоящую из узлов, образованных пересечением концентрических окружностей и радиальных линий (рис. 1). Каждый узел описывается набором признаков, детектированных в его окрестности, размер которой увеличивается от центра к периферии, эмулируя изменение разрешающей способности в поле зрения человека.

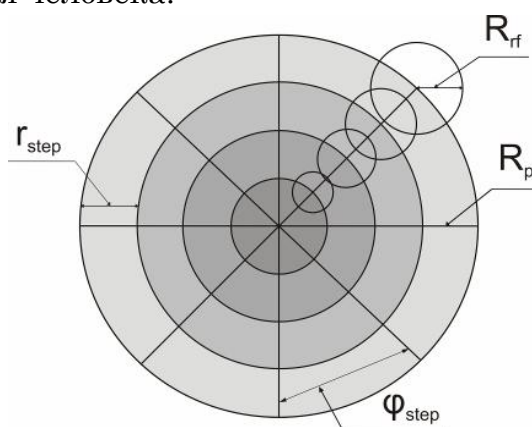


Рис. 1. Схема входного окна. R_p – размер входного окна; R_{rf} - размер контекстной области каждого узла входного окна; r_{step} и φ_{step} – параметры концентрической и радиальной структуры входного окна.

⁴ Работа поддержана грантами РГНФ N 09-06-95218 а/Ф, N 11-06-00704а и РФФИ N11-01-00750а

Функция притяжения (1) включает в себя компоненты, формализующие множество влияющих на перевод взгляда факторов, связанных со свойствами изображения, структурой поля зрения и с когнитивными процессами (преднастройка, предыдущий опыт, познавательные стратегии и др.)

$$F(x, y, h) = \sum_{i=1}^n k_i f_i(x, y) + V(Q(x, y), r_F(x, y), r_P(x, y)) + C \cdot Fix(x, y, h) \quad (1)$$

где

$f_i(x, y)$ – n признаков карт, которые формируются в результате обработки изображения с помощью стандартных методов (двухмерное преобразование Фурье, выделение локальных градиентов яркости и т.д.);

k_i – нормировочные коэффициенты для каждой признаковой карты;

$V(Q, r_F, r_P)$ – интегральное описание структуры поля зрения, определяемое по данным психофизических тестов для конкретного испытуемого и включающее несколько компонент:

$Q(x, y)$ – карта особенностей структуры поля зрения (острота сенсорной настройки, локальная пространственная неоднородность [5], функциональные и морфологические скотомы и т.п.);

$r_F(x, y)$ – размер (форма) центральной части поля зрения;

$r_P(x, y)$ – размер (форма) периферической части поля зрения;

C – коэффициент, отражающий характер текущей зрительной задачи (свободный осмотр, поиск заданных фрагментов и т.д.);

$Fix(x, y, h)$ – компонент, который динамически формируется по результатам обработки фрагментов при предыдущих фиксациях входного окна и может быть описан как множество координат последовательных фиксаций или как их взвешенная сумма.

Выбор точек фиксации и формирование модельной траектории осмотра осуществлялось следующим образом. Каждому пикселю изображения присваивалось значение k :

$$k = \begin{cases} k_f, & \text{если } f(x, y) \neq 0 \\ 1, & \text{если } f(x, y) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

где k_f коэффициент признакового притяжения, значение которого определяет значимость анализируемого локального признака.

Кроме того, если текущая точка еще и принадлежала наиболее информативной зоне изображения, то значение k увеличивалось на k_{pr} . Выбор информативных зон проводился в соответствии с экспериментальными данными А.Л. Ярбуса, а так же по результатам собственных тестов.

Координаты начальной точки позиционирования входного окна X_0 и Y_0 задавались в соответствии с экспериментальными данными. Значения k всех пикселей, попавших в контекстную область каждого узла, суммировались, а сумма

нормировалась на площадь данной области (величина P_i см. Рис.1). После чего центр входного окна перемещался в узел с максимальным значением P_i , а значения k для всех пикселей, попавших в центральную (фовеальную) область входного окна, уменьшались на единицу.

Параметры имитационной модели, связанные со структурой входного окна, будут определяться по результатам психофизических тестов на конкретном испытуемом. Остальные параметры будут оптимизироваться для воспроизведения экспериментальных результатов с целью определения фактора, повлиявшего на перевод взгляда испытуемого в каждой точке траектории осмотра.

В дальнейшем планируется проведение детальных экспериментов с целью воспроизведения данных, полученных в психофизических тестах, для определения тех факторов, которые повлияли на перевод взгляда в каждой точки фиксации. В прикладном плане, искусственные траектории могут быть использованы для классификации изображений по стратегии «осмотра», так как очевидно, что для однотипных изображений траектории будут иметь сходный вид.

1. Барабанщиков В.А. Окуломоторные структуры восприятия. - М.: Издательство “Институт психологии РАН”, 1997. - 384 с.

2. Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. - М.: Наука, 1965. - 166 С.

3. Нотон Д., Старк Л. Движение глаз и зрительное восприятие. // Восприятие. Механизмы и модели. - М.: Мир, 1974. - С. 226-240.

4. Podladchikova, L.N. et al. Model-based approach to study of mechanisms of complex image viewing. // Optical Memory and Neural Networks (Inf. Optics). - 2009. - V.18. - No.2. - P.114–121.

5. Shaposhnikov, D.G. et al. The peculiarities of visual perception in the peripheral vision field. // Pattern Recognition and Image Analysis. - 2001. - V.11. - No.2. - P.376–378.

ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ К СБОРУ И АНАЛИЗУ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ МОБИЛЬНЫХ ПАЦИЕНТОВ

Неживая Ю.Н., Брумштейн Ю.М., Водопьянов А.Е., Гуськова Н.И.

Астраханский государственный университет

julia89_astr@mail.ru

Дистанционный контроль состояния пациентов (ДКСП) является важным направлением развития современных медицинских технологий, включая: телемедицину, использование систем искусственного интеллекта для распознавания патологических состояний/процессов и т.д. В настоящей работе сделана попытка

систематизации материала в отношении принципов и методов организации ДКСП с применением современных программно-технических средств.

Актуальность статьи определяется следующими причинами: в условиях ограниченного числа мест в стационарах возникает необходимость расширения использования надомного медицинского обслуживания, в т.ч. «ходячих больных», которые перемещаются по квартире; целесообразность дистанционного медицинского мониторинга состояния пациентов, ведущих подвижный образ жизни, но нуждающихся в медицинском контроле; потенциальная возможность уменьшения количества лиц, которые лишены возможности работать вне дома из-за различных заболеваний или наличия факторов риска; сбор информации о физиологических показателях пациентов за значительный промежуток времени; целесообразность периодического медицинского контроля номинально здоровых людей, находящихся в «группах риска» в отношении различных заболеваний. Для объективности отметим, что использование дистанционных методов контроля в России пока не предусматривается в качестве обязательной меры в рамках стандартов медицинского обслуживания населения.

Целями ДКСП в общем случае могут быть: своевременное информирование медицинского персонала и, возможно, самого пациента о состоянии его здоровья, динамике показателей; накопление информации за некоторый период времени с целью ее углубленного формально-статистического и содержательного анализа; увеличение полноты информационной поддержки решений, принимаемых самим пациентом и/или медперсоналом; возможно - принятие некоторых мер автоматически (как элемент автоматизированной системы управления состоянием пациента), в т.ч. с уведомлением медперсонала.

В общем случае собственно ДКСП может носить различный характер. 1) Ретроспективный анализ параметров мобильного пациента за достаточно длительный временной промежуток. 2) Постоянный мониторинг состояния пациента. При этом по отдельным показателям периодичность их получения может быть различной. Например, частота пульса может определяться с дискретностью порядка нескольких секунд, а артериальное давление – значительно реже. 3) Периодическая (регулярная) оценка состояния пациента - например, раз в несколько часов или по некоторому «суточному» графику. В общем случае периодичность таких оценок может динамически корректироваться в зависимости от результатов одного или нескольких предшествующих измерений/исследований. Например, при отрицательной динамике показателей измерения должны становиться более частыми. 4) Оценка состояния организма в случайные моменты времени. Такая тактика может быть целесообразной, если пациент заинтересован в том, чтобы представить свои «параметры» в лучшем виде и может подстраивать свое поведение (включая физические и психоэмоциональные нагрузки) под известные ему моменты исследований. 5) Углубленная (по расширенной номенклатуре параметров) оценка состояния в случае, если некоторые ключевые физиологические параметры (например, частота пульса) не соответствуют желательным для данного пациента значениям в течение времени превышающего заданное.

Для варианта «1» наиболее известно, вероятно, Холтеровское (суточное) мониторирование ЭКГ (реже ЭКГ + артериального давления) в условиях «естественной» активности пациента с записью информации на магнитный носитель и последующим анализом с помощью ЭВМ [1]. Затем на основе устной беседы врача с пациентом динамика полученных характеристик сопоставляется с действиями (поведением) пациента, его декларируемыми эмоциональными и физическими нагрузками. Отметим, что запись сердечного ритма технически может быть дополнена записью частоты пульса, дыхания и пр. Однако параллельная автоматическая запись звука хотя и может быть полезна для целей объяснения изменений состояния пациента, но обычно не допустима. Причина – даже если сам пациент может быть согласен с такой звукозаписью в отношении доступа к своей «персональной информации», то такое согласие от всех контактирующих с ним лиц (а они заранее не всегда известны) получить достаточно проблематично.

Рассматриваемый вид мониторирования не предполагает принятия каких-то оперативных мер, что снижает его функциональные возможности.

Для варианта «2» (постоянное мониторирование пациента) съем информации с датчиков, закрепленных на теле мобильного пациента, может осуществляться микрокомпьютером в «непрерывном» режиме (фактически, конечно, с определенным уровнем дискретности по времени). При этом речь может идти не только об ЭКГ-мониторировании, отслеживании пульса и дыхания, но и, например, об оценке содержания сахара в крови без взятия ее проб (хотя эти методы имеют не очень высокую точность). Далее в отношении полученной информации возможны различные варианты.

А) Данные сразу же передаются вовне – на ПЭВМ пользователя (возможно портативную), iPhone или т.п. устройство, сотовый телефон (коммуникатор) или с использованием проводной телефонной связи [2] и пр. При этом сотовый телефон может служить просто «ретранслятором» для передачи сигнала в центр обработки информации, находящийся в медучреждении. Однако любая из таких схем может требовать достаточно больших энергетических затрат на постоянную передачу информации и, как следствие, необходимости использования тяжелых аккумуляторов, которые могут мешать «мобильному» пациенту. Отметим, что микрокомпьютер может производить первичную обработку данных (например, определять частоту пульса) и передавать таким образом уже вторичную информацию, имеющую меньший объем.

Б) Накапливаемая информация периодически сбрасывается на внешний приемник данных для целей хранения и анализа. Им в типичном случае может быть ПЭВМ, в т.ч. и стационарная. Момент сброса может определяться по таймеру микроконтроллера. При этом: либо передача всегда осуществляется на максимальной мощности; либо необходимая мощность определяется автоматически в «диалоге» излучателя и приемника с учетом расстояния и наличия препятствий. В последнем случае моменты передачи с точки зрения энергопотребления могут быть не оптимальными. Как альтернатива может быть предложен сброс информации при выполнении двух условий: накопленный объем информации превышает некоторый

минимальный; расстояние приемник-передатчик является меньше заданного. Однако если накопленный объем информации не только выше минимального, но и приближается к предельному (определяемому емкостью памяти передающего устройства), то передачу информации необходимо производить не считаясь с энергопотреблением (т.е. из любой приемлемой точки, где передатчик и приемник могут связаться друг с другом). В данном варианте ПЭВМ может использоваться и как средство анализа информации и как ее «ретранслятор» в центр обработки информации медучреждения - в т.ч. с использованием проводного или беспроводного Интернета.

В) Сброс информации на приемник происходит только, если какие-то параметры (показатели) контролируемого пациента выходят за установленные для него нормы, т.е. только в «нештатных» ситуациях. Однако при этом микрокомпьютер должен быть достаточно «интеллектуальным».

Для варианта «3» (периодический контроль) также возможна обработка информации микроконтроллером на теле пациента (с ее запоминанием) и/или сброс информации на внешний приемник. Момент сброса в простейшем случае может определяться таймером микрокомпьютера. Однако в указанном выше случае динамической корректировки периодичности контроля необходимую обработку информации очевидно целесообразно осуществлять на ПЭВМ и с нее же посылать запрос на «сброс» информации.

Для варианта 4 (случайные моменты контроля с заданной плотностью распределения) эти моменты могут быть заранее рассчитаны и сброшены на микрокомпьютер, который, затем, будет осуществлять сброс информации на основе сигналов со своего таймера. Альтернативный вариант (моменты запросов определяет внешняя по отношению к пациенту ПЭВМ и сама же их осуществляет) также может быть реализован. Второй вариант может быть предпочтительным с позиций информационной безопасности, т.к. при нахождении микрокомпьютера в распоряжении пользователя существует потенциальная возможность не санкционированного считывания с него информации.

Вариант «5» может представлять собой некоторую комбинацию вариантов «1» и «2». Его может быть целесообразным дополнить также возможностью инициации самим пациентом запроса на «углубленную диагностику» (в случае субъективного ухудшения его самочувствия). При негативных результатах по варианту «5» может быть: передана соответствующая информация в центр контроля в медучреждении; пациенту даны некоторые «голосовые» рекомендации, в т.ч. по приему лекарств, снижению двигательной активности и пр.

Автоматизированное введение лекарственных средств (на основе данных мониторинга) для мобильных пациентов в целом не характерно. Основная причина в том, что такие средства обычно вводятся внутривенно, с помощью микродозаторов (для мобильных пациентов это малоприменяемо). Альтернативные варианты: введение лекарственных веществ через кожу методом типа фонофореза (имеет ограниченные возможности, в т.ч. в отношении оперативности воздействия);

подкожная внутримышечная инъекция (в аварийных ситуациях типа потери сознания и пр.) – однако в литературе такие системы не описаны.

Отметим, что использование систем с «автоматизированной реакцией» представляется опасным - в связи с возможностями сбоев аппаратно-программных средств. Однако в некоторых случаях эти риски могут быть меньше, чем риски связанные с неоказанием экстренной помощи.

Итак, сделаем **выводы**. 1. Существуют различные варианты ДКСП. Их оптимальный выбор должен определяться конкретными условиями. 2. В аппаратно-техническом и программно-техническом плане уже на сегодняшний день существуют достаточные средства для организации ДКСП. В дальнейшем их возможности будут, очевидно, еще больше расширены. 3. Медицинские учреждения пока в основном не готовы к работе с использованием ДКСП – ни в организационном плане (нет соответствующих подразделений), ни в техническом, ни в юридическом. 4. Представляется перспективным дальнейшее развитие медицинских систем «искусственного интеллекта» для более уверенного выявления возникновения патологических состояний мобильных пациентов в реальном масштабе времени. При этом предполагается снижение числа ошибок как 1-ого, так и 2-го рода.

1. Холтеровское мониторирование ЭКГ [Электронный ресурс]
<http://www.critical.ru/CardioSchool/index.php>

2. ЭКГ - круглосуточное мониторирование (дистанционное снятие ЭКГ)
[Электронный ресурс] <http://www.serdze.ru/cardio/komu.php>

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

**Аксенова Ю.Ю., Брумштейн Ю.М., Вдовина Е.С., Неживая Ю.Н.,
Завьялова Е.В.**

*Астраханский государственный университет
aks-uliana@mail.ru*

Электрическая активность мозга (ЭАМ) человека является интегральным показателем активности его деятельности [1]. В рамках электроэнцефалографии она обычно оценивается по нескольким отведениям, соответствующим разным отделам мозга [1]. Считается, что частотный диапазон ЭАМ находится в интервале 0.5-33 Гц [2]. Воздействие на ЭАМ может преследовать различные цели: диагностические;

профилактические; лечебного характера. В настоящей работе предпринята попытка системного анализа некоторых вопросов, связанных с осуществлением таких воздействий и их результатами. Рассмотрим эти воздействия по нескольким направлениям.

1-ое направление. Введение в организм человека различных веществ (медикаментозное воздействие). Чаще всего они предназначены либо для торможения ЭАМ (например, седативные препараты, снотворные вещества и пр.), либо, наоборот, для стимуляции ЭАМ. Введение таких веществ возможно: через дыхательные пути (например, при газовом наркозе, с использованием небулайзеров, введения в воздух ароматических веществ из баллонов и пр.); внутривенно; внутримышечно, перорально. Использование электро- и фонофореза для этих целей обычно не эффективно.

Ряд вводимых веществ могут давать специфические эффекты, включая возникновение галлюцинаций. С социальных позиций наибольшую опасность представляют наркотические вещества с быстрым привыканием, которые, в конечном счете, разрушают мозг. Отметим, что курение для целей релаксации также может рассматриваться как разновидность наркотической зависимости.

2-ое направление. Вербальное психотерапевтическое воздействие: беседа врача с пациентом, находящимся в сознании; внушение под гипнозом и пр.

3-е направление. Самовнушение и смежные методы управления активностью головного мозга пациентов. Самовнушение может быть: неосознанным или осознанным; с использованием голоса, написанного текста, изображений или чисто мысленным. Самовнушение может применяться для целей релаксации, приобретения чувства уверенности в себе, усиления силы сенсорного восприятия, активизации воспоминаний, мыслительных процессов и пр. Существуют различные техники самовнушения, осознанного управления мыслительными процессами и телом человека. Считается, что в последнем направлении наибольших успехов (включая снятие болевой чувствительности, управлением интенсивностью процессов жизнедеятельности и пр.) достигла техника «йоги». В последнее время некоторые технологии самовнушения, самогипноза, управления умственной активностью начали успешно коммерциализовываться, например, метод Бронникова. Суть метода состоит в развитии путем специальных тренировок определенного комплекса ощущений в своем организме и умении ими управлять. В результате, как считается, увеличивается диапазон восприятия информации органами чувств человека.

4-е направление. Использование сенсорных каналов пациента для передачи необходимых воздействий без задействования 2-ой сигнальной системы. Простейший вариант для этого направления - генераторы периодических звуковых воздействий (например, имитаторы падения капель дождя на фоне «белого шума», представляющего равномерный шум дождя, имитация волн прибоя и пр.).

Для расслабления (релаксации) пациента могут использоваться и более сложные аудио-, видео- или комбинированные воздействия (включая музыку, синтезированные изображения и пр.). При этом для тренинговых целей эффективно применение «биологической обратной связи» [3] с использованием ЭВМ.

Ритмические звуковые воздействия или быстрая музыка могут применяться также для стимуляции ЭАМ, в т.ч. в сочетании с воздействием ярких цветных изображений (например, красных). Отметим, однако, что в случае «слабой» нервной системы, наличии некоторых заболеваний и пр. неожиданные резкие звуковые сигналы могут вызывать даже нервные припадки.

Подвижные изображения на мониторе ПЭВМ могут использоваться для «срыва» процесса нистагма глаз у человека [4] и тренинга «против» нистагма.

Для звуковых воздействий диапазон ЭАМ (0.5-33 Гц) не совпадает с диапазоном слышимости человека (16 Гц – 20 КГц). Однако воздействия в диапазоне менее 16 Гц могут быть переданы с помощью отдельных щелчков.

Световые воздействия воспринимаются человеком в основном в низкочастотном диапазоне. Для более высоких частот возникает эффект «мерцания», а затем и непрерывного свечения. В частности при воспроизведении в кинотеатрах кинофильмов стандартной считается частота 24 кадра в секунду и при этом уже действие на экране воспринимается как непрерывное. В связи с этим отметим известный эффект «25-го кадров», изображения на которых воспринимаются на подсознательном уровне.

Вибрационное и тактильное, в т.ч. путем покалывания кожи, воздействия на тело человека (включая его голову) воспринимаются органами чувств также преимущественно в низкочастотном диапазоне. Высокочастотные механические колебания могут использоваться при УЗИ исследованиях мозга человека.

Периодические тепловые воздействия на кожу человека (включая контактные и лучистой энергии) воспринимаются в основном также в низкочастотном диапазоне, т.к. при повышении частоты начинает играть роль «тепловая инерция» кожи и подкожного слоя. В силу более близкого к поверхности кожи человека залегания «холодовых рецепторов» можно ожидать, что «колебания холода» будут восприниматься до более высоких частот, чем «колебания тепла». Однако последние в техническом отношении воспроизводить значительно проще.

5-ое направление связано с прямыми воздействиями на мозг человека электрическим током и различными полями, которые непосредственно органами чувств человека не воспринимаются.

5А – использование слабого постоянного тока известно как технология «электросна». Низкочастотные переменные токи, насколько нам известно, для этой цели практически не применяются, хотя можно было бы ожидать, что таким образом возможно «навязывание» мозгу частот типа «тета» и «бета» [].

5Б – мощные постоянные магнитные поля применяются в основном для диагностических целей, в т.ч. в рамках компьютерной томографии мозга.

5В – использование низкочастотных магнитных полей (включая и бегущие) для лечебных целей в медицине человека хорошо известно [5], однако для мозга такие технологии воздействия применяются редко.

5Г – электромагнитные поля используются преимущественно высокочастотного диапазона. В частности широко применяется прогрев отдельных участков головы человека (или ее целиком) с помощью аппаратов УВЧ. В средствах массовой

информации периодически возникает ажиотаж, связанный с воздействием на мозг человека электромагнитных полей сотовых телефонов. Однако какого-то специфического воздействия они очевидно не оказывают. То же можно сказать и об использовании радиомодемов совместно с настольными или портативными ПЭВМ, продолжительность работы которых в течение суток может многократно превышать переговоры по сотовым телефонам.

5Д – ионизирующее излучение оказывает разрушающее воздействие на человека, включая и его мозг, в котором повреждаются нервные клетки. При этом (в отличие от большинства других тканей) нервные клетки в зрелом возрасте не имеют способности к самовосстановлению, т.е. гибнут безвозвратно. В конечном счете, это приводит к ускоренной деградации интеллектуальных возможностей человека, утрате его памяти и качества мышления.

Итак, сделаем **выводы**. 1) Воздействие на ЭАМ возможно различными методами, но в основном оно носит характер либо общего торможения, либо общей стимуляции. 2) Для этой цели могут использоваться медикаментозные средства, психотерапевтические воздействия, различные технических средства - как с использованием сенсорных каналов, так и без такового. 3) Перспективным представляется использование средств биологической обратной связи в рамках аутотренинга и самовнушения. Они позволяют непосредственно включить самого человека в «цепочку» управления ЭАМ.

1. Илясов Л.В. Биомедицинская измерительная техника.-М.:Высшая школа, 2007-342с.

2. Межевич О.В. Об исследовании влияния акустических воздействий на мозг человека. /Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и к науке о мозге. Тезисы трудов научной школы для молодежи.-Таганрог: изд-во ТТИ, ЮФУ, 2010.- с.224-227

3. Сметанкин А.А. Здоровье без лекарств: Биологическая Обратная Связь. Российская Ассоциация Биологической Обратной Связи: СПб, 2001, 70с.

4. Усманова Т.Б., Николенко В.Н., Скрипаль А.В. Взаимосвязанное уменьшение спектров мощности электроэнцефалограмм и электрокардиограмм при подавлении нистагма /Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2010:Материалы ежегодн. Всерос. Науч. школы-семинара /Под ред. проф. Д.А.Усанова.-Саратов:изд-во Сарат. Ун-та, 2010.- с.7-11

5. Физиология и курортология /Под ред.В.М.Боголюбова. Книга 1.- М.:Издательство БИНОМ, 2008.-408с.

СМЫСЛО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАНДАРТНЫХ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭГОСКОПИИ⁵

Юрьев Г.П.*, Захаров С.М.**, Скоморохов А.А.**

*Институт философии РАН, г. Москва, trilemma@mail.ru

**ООО НПКФ Медиком МТД, г. Таганрог, anatol@medicom-mtd.com

При стандартных психологических тестированиях из аналитической сферы исключена смысло-физиологическая компонента испытуемых. Истинный психофизиологический контекст тестовых решений надёжно скрыт от внешнего доступа – так естественно и мудро устроена индивидуальная система социально-этической защиты человека. Данное обстоятельство закономерно снижает как бы объективный статус тех вербально-графических тестов, нормативность которых основана на результатах исследований в репрезентативных выборках.

Эгоскопия измеряет и документирует смысло-физиологический контекст вербально-графических сообщений на любые темы вне зависимости от гендерных, социальных, культурных, конфессиональных и прочих различий испытуемых. Фиксируются проявленные интуитивно-эмоционально-рациональные самооценки как автоматически сформированные иерархические кластеры относительного позитива или негатива, согласованности или рассогласованности тестовых решений. Указанные возможности порождают принципиально новые комментарии к результатам стандартных психологических тестов.

Плюс к этому, эгоскопия как метод синхронной пикто-полиграфической диагностики, меняет статус стандартного психологического тестирования тем, что с испытуемого регистрируются сигналы для инструментального измерения *смысло-физиологической значимости* (СФЗ) тестовых решений. Это дополнение существенно повышает уровень любого психологического исследования.

Показатель СФЗ является интегральной нормированной величиной (XYZ_b%) физиологических модальностей X (ЭЭГ), Y (ЭКГ, ФПГ, КП), Z (пикто-моторика) в балл-процентах (б%): максимальные значения символизируют актуальную либо позитивную (+), либо негативную (-) значимость темы среди других кластеров, а минимальные – нейтральное отношение к ней.

Второй тестовый показатель – степень *конфликта модальностей* (КМ): это наибольшая разница ($\Delta_{XYZ_b\%}$) между величинами X, Y, Z внутри кластера, пересчитанная в б% к своему максимальному значению в тесте. КМ маркирует межмодальную согласованность как субличность конгруэнтность ролевых «я»

⁵ При поддержке Гранта РФФИ (2009-2011) № 09-06-00234а «Психофизиологическая парадигма биоэтических предпочтений личности при выборе жизнеформирующей ролевой деятельности».

внутри большого «Я»: максимальная величина КМ свидетельствует о субличной фрустрации относительно этой темы, и наоборот.

Рассмотрим 4 примера эгоскопической трактовки стандартных тестов.

1. Тест ММРІ. На рис. 1 видно, что достоверное и негативное смысло-физиологическое отношение испытуемого к ответам проявилось по шкале «Ложь»* (максимальный выбор правильных ответов), что соответствует метафоре о «правде, которая тяжело даётся». Интересный факт: *по ошибке оператора мужчина выполнил женский вариант теста*, и поэтому у него совершенно логично и достоверно проявился такой же максимальный смысло-физиологический негативизм к теме «Феминность»*.

Достоверно позитивные реакции испытуемого выявлены по 6 шкалам. Это, в порядке убывания СФЗ: «Коррекция»*, «Ригидность»*, «Оптимистичность»*, «Соматизация тревоги», «Эмоциональная лабильность»* и «Депрессия». Им антиподны 5 шкал по критерию негативного отношения к стимульным заданиям, это (по убыванию): «Феминность»*, «Ложь»*, «Психастения», «Достоверность» и «Индивидуалистичность»*. Шкалы «Импульсивность» и «Социальная инверсия» нейтральны для испытуемого. Специалисты, использующие ММРІ в своей практике, сами увидят много интересного в дополнительной трактовке теста.

Все задания этого классического теста достаточно провокативны, поэтому эгоскопия позволила выявить истинную субличную структуру человека по его внутренним отношениям к стимулам. В этом контексте важно подчеркнуть то, что серия наших исследований подтвердила правильность смысло-физиологического подхода к результатам стандартных психологических тестов: СФЗ шкалы «лжи» уходят в минусовые значения при нормальном – без стремления обмануть – тестировании; об этом уже можно говорить, как о фактическом подтверждении адекватности либо мутированности контрольной шкалы применительно к рациональным ответам испытуемых.

2. Опросник МИН – диагностики личности на мотивацию к избеганию неудач Т. Элерса (рис. 2). Эгоскопия подтвердила, что избегание неудач, набравшее среднее число баллов (12 баллов = 10 б%) по шкале теста, действительно соответствует относительно позитивной смысло-физиологической мотивации испытуемого на избегание (СФЗ = 8,7 б%) в противовес негативной реакции (СФЗ = -10 б%) на стимулы по мотивации на успех.

3. Опросник МДУ – диагностика мотивации на успех Т. Элерса (рис. 3).

Эгоскопия выявила, что избегание неудач, набравшее низкое число стандартных баллов (4,4 б%), на самом деле соответствует позитивной смысло-физиологической мотивации испытуемого (СФЗ = 8,8 б%) в противовес негативной (СФЗ = -6,6 б%) мотивации на достижения (13 стандартных баллов = 5,4 б% – средний уровень риска). Явное смысло-физиологическое расхождение с рациональной самооценкой. Учитывая, что ни одна из моделей ответа достоверно не сформирована, можно констатировать либо какую-то сложность заданий для испытуемого, либо его поверхностное отношение к тестированию.

Оба теста выявили смысло-физиологическую приверженность испытуемого к мотивации на избегание неудач.

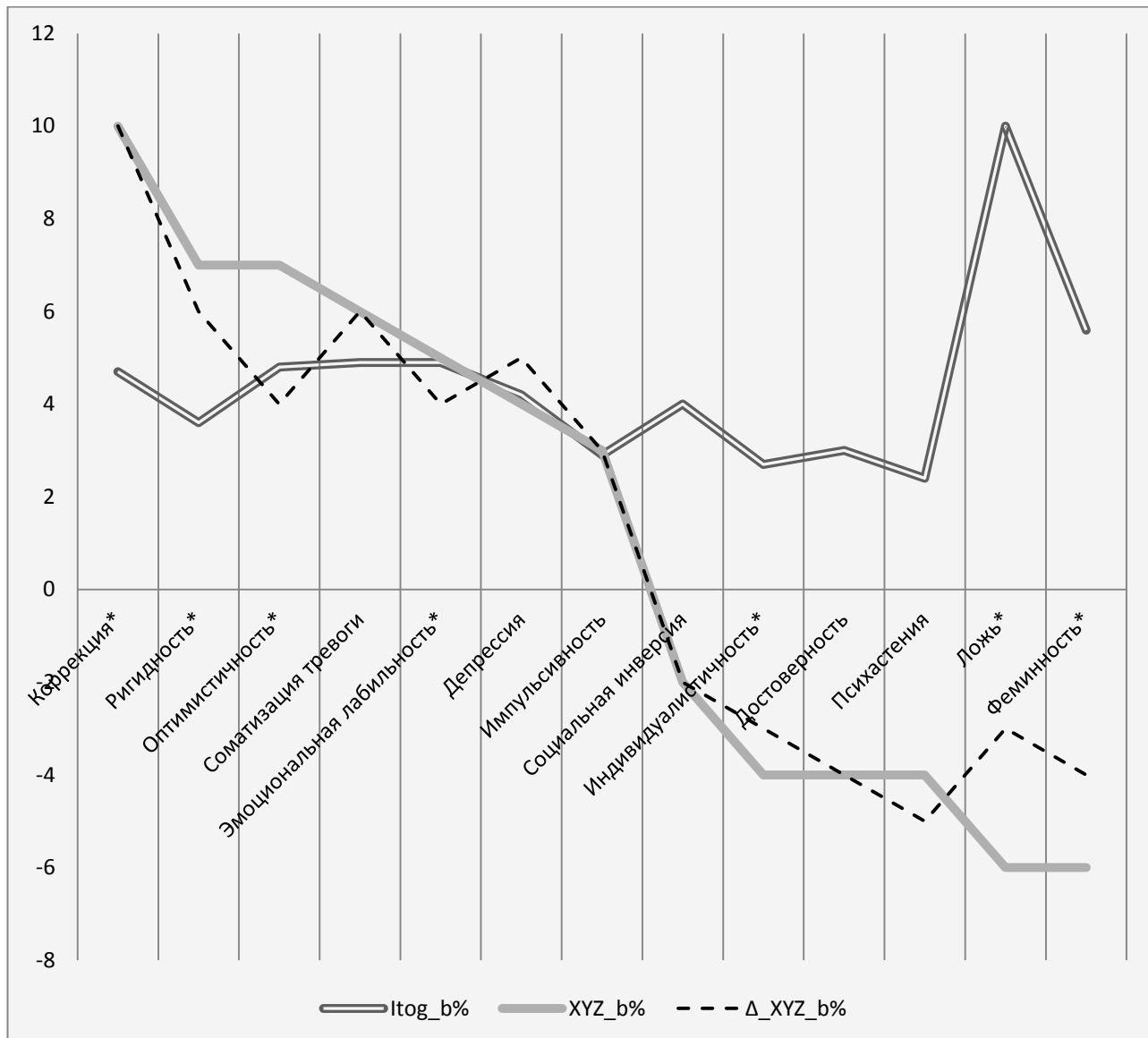


Рис. 1. Тест ММРІ F. Смысло-физиологический контекст результатов эгоскопического тестирования испытуемого К.Н.Н

Примечания к этому и следующим рисункам:

1. Itog_b% - балл рациональных ответов, пересчитанный в % к своим возможным максимумам по стандартным шкалам тестов.
2. XYZ_b% - это номинальная величина интегрального показателя смысло-физиологической значимости (СФЗ), пересчитанная в % к своему максимальному значению.
3. Δ_XYZ_b% - это номинальная величина конфликта модальностей (КМ), пересчитанная в % к своему максимальному значению.
4. Знак * соответствует достоверной дифференциации кластера относительно фоновых значений.

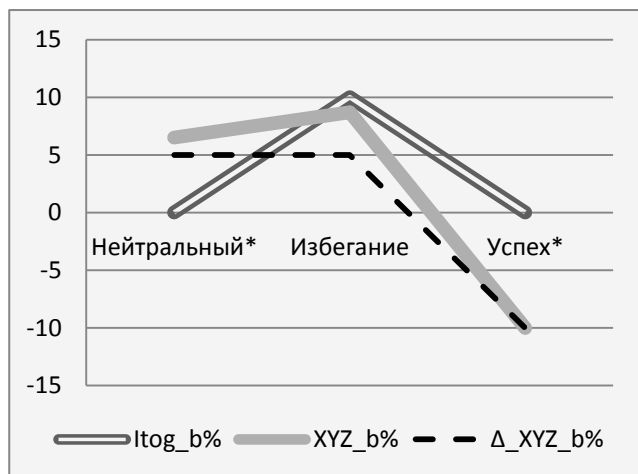


Рис. 2. Смысло-физиологический контекст эгоскопии у испытуемого О.В.Б. Тест Т. Элерса «Опросник МИН» – мотивация избегания неудач.

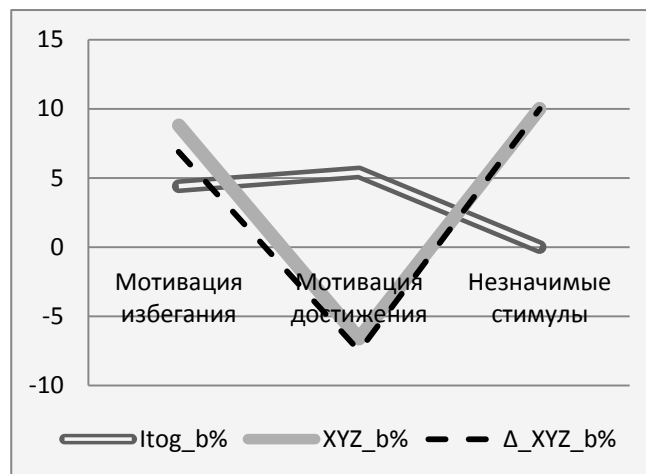


Рис. 3. Смысло-физиологический контекст эгоскопии у испытуемого О.В.Б. Тест Т. Элерса «Опросник МДУ» – мотивация достижения успех.

4. Тест «Кадровый скрининг» – мотивация претендента на службу в силовых ведомствах (МВД). Если при прохождении этого теста выявляются корыстные мотивы, то дальнейшее тестирование не имеет особого смысла (рис. 4).

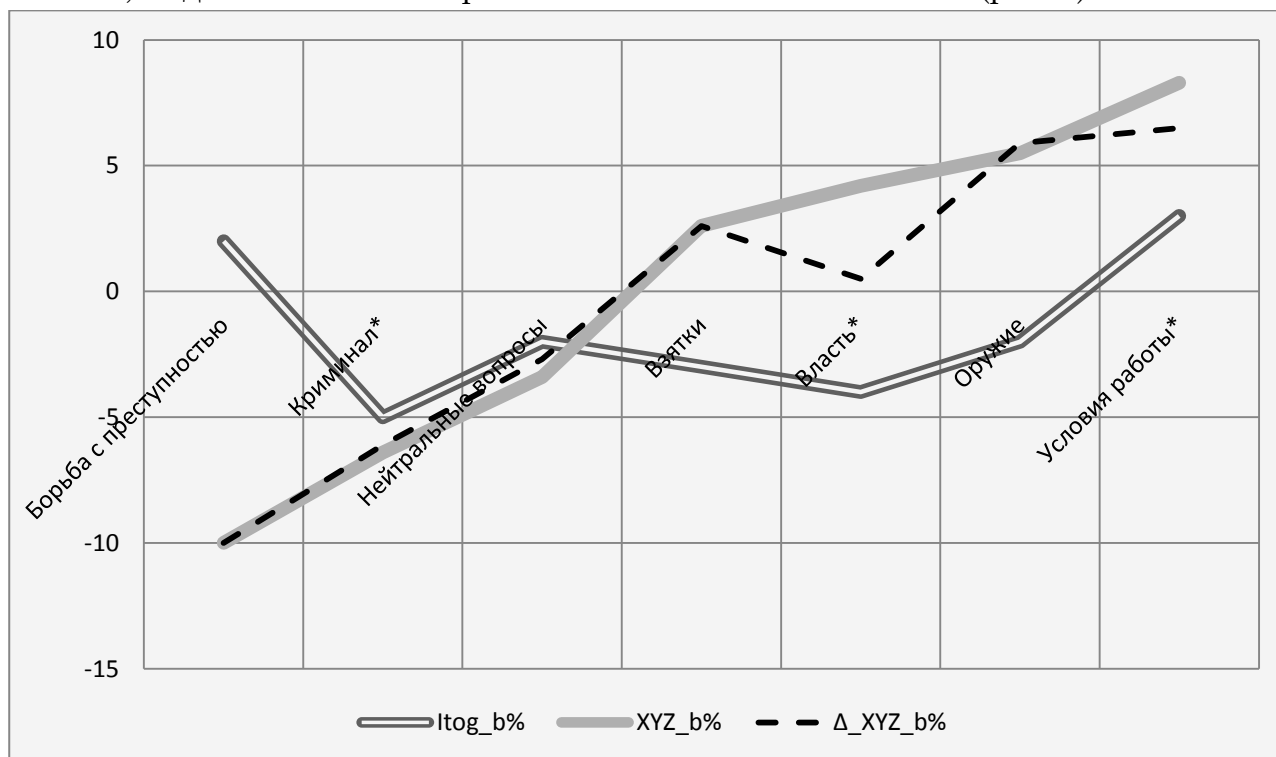


Рис. 4. Смысло-физиологический контекст эгоскопии у испытуемого М.И.А. Тест «Кадровый скрининг». Выявление мотивации на службу в МВД

Примечательный результат, что называется «не в бровь, а в глаз». Выявлена субличная конгруэнтность в 3-х из 7 шкал: «Условия работы»* – нравятся, а «Нейтральные вопросы» и «Криминал»* не нравятся, что вполне логично для работника этой сферы. Четыре других шкалы – это субличные рассогласования

морально-рационального выбора (так надо правильно отвечать!) и смысло-физиологического контекста этих ответов: это мне интуитивно-эмоционально нравится вопреки рациональной декларации. «Борьба с преступностью» (она эмоционально неприятна) позволяет иметь (это эмоциональный позитив) «Оружие», «Власть»* и получать при этом «Взятки», что более чем логично! Скрываемая корыстная мотивация чётко проявила себя в эгоскопическом измерении.

Эгоскопия интегрирует и наполняет объективным смысло-физиологическим содержанием известные ранее стандартные психологические и психофизиологические методы путем включения в них эмоционально-оценочной шкалы. Это позволяет частично нивелировать известные недостатки чисто интроспективного подхода тестов-опросников (субъективизм со стороны испытуемых, искажения из-за неискренности, психологической защиты или осознанной лжи).

НЕЙРОАКАНТОЦИТОЗЫ: РЕДКИЕ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Ягода С.А.

*Кафедра психиатрии, психотерапии и медицинской психологии с курсом
неврологии ИПДО*

*ГОУ ВПО «Ставропольская государственная медицинская академия Росздрава
Российской Федерации»
sergey.yagoda@gmail.com*

Под термином «нейроакантоцитоз» объединяется группа редких, мало изученных, генетически разнородных нейродегенеративных заболеваний, отличительной чертой которых является сочетание неврологической симптоматики и акантоцитоза в периферической крови (10-30%). Неврологическая симптоматика представлена хореиформными гиперкинезами, дистонией, дисфагией, дизартрией, атаксией, когнитивными, аффективными и поведенческими нарушениями, эпилептическими приступами, мышечной атрофией. Акантоциты – эритроциты с неравномерными шиповидными выпячиваниями плазмолеммы. Следует отличать их от шишковидных (ягодоподобных) эритроцитов, выпячивания клеточной стенки которых более равномерные (встречаются главным образом при уремии).

В 1950 году был описан **синдром Бассена-Корнцвейга** (абеталипопротеинемия). Клиническая картина синдрома имеет сходство с атаксией Фридрейха (митохондриальная болезнь, связанная с нарушением метаболизма железа), характеризуется сенсорной атаксией, задержкой умственного развития в сочетании с пигментным ретинитом, снижением остроты зрения, нарушением

всасывания жиров, стеатореей, акантоцитами в общем анализе крови. В основе патогенеза лежит мутация гена МТТР (4q22-q24), приводящая к нарушению продукции липопротеинов. Тип наследования - аутосомно-рецессивный. Заболевание манифестирует в раннем детском возрасте. Диагностика основывается на выявлении акантоцитов в периферической крови и определении липидного спектра (абеталипопротеинемия). Выявление мутантного гена верифицирует диагноз. Патогенетического лечения не существует. Диета с низким содержанием триглицеридов и заместительная витаминотерапия (с большими дозами витамина Е) направлены на сдерживание прогрессивности заболевания.

Синдром Левина-Критчли (хореоакантоцитоз) был описан Левином (1960) и Критчли (1968). Являясь основным представителем группы нейроакантоцитозов он имеет сходство с другим тяжелым нейродегенеративным заболеванием – хореей Гентингтона. Характерными проявлениями заболевания являются хореоформные и хореоатетоидные гиперкинезы, орофасциальная дистония, сопровождающаяся насильственными протрузионными движениями и прикусыванием языка и губ, дисфагией, дизартрией, вокализациями, бруксизмом, эпилептическими приступами, атрофией базальных ядер (хвостатое ядро, бледный шар), миопатией, повышением уровня креатинфосфокиназы (КФК) и акантоцитозом в периферической крови. Манифестация – после 30 лет. Патогенез, по-видимому связан с мутацией гена VPS13A (CHAC, 9q21), кодирующего синтез белка хореина, функции которого связывают с внутриклеточным транспортом некоторых трансмембранных протеинов [4]. Тип наследования – аутосомно-рецессивный. Диагностика основывается на определении акантоцитов в периферической крови, повышенном уровне КФК, атрофии базальных ганглиев (предпочтительно использовать магнитно-резонансную томографию (МРТ) в T2 режиме). Верифицировать диагноз можно с помощью определения мутантного гена VPS13A, а также нозоспецифического анализа крови на белок хореин (chorein Western blot test) – в случае хореоакантоцитоза его продукция значительно снижена или отсутствует [1]. Патогенетического лечения не существует. Снижение интенсивности гиперкинезов удается добиться при назначении антиконвульсантов (клоназепам), агонистов дофаминовых рецепторов или препаратов леводопы, при аффективных и поведенческих нарушениях используют «малые» нейролептики, антидепрессанты, транквилизаторы. При некупируемых гиперкинезах применяют инъекции препаратов ботулинического токсина а также рекомендуют ношение капы для предотвращения повреждения губ и языка.

Синдром McLeod также связан с атрофией базальных ганглиев и гематологическими изменениями. В результате рецессивно-наследуемой мутации ХК-гена на X хромосоме (Xp21.2-p21.1) в организме носителя не вырабатывается ХК-протеин – мембранный белок, принимающий участие в выработке эритроцитарных антигенов системы Kell, экспрессия которых у носителей фенотипа McLeod резко снижена. Клиническая манифестация заболевания происходит в возрасте 25-60 лет, проявляется хореоформными гиперкинезами, генерализованными эпилептическими приступами, когнитивными и аффективными нарушениями, мышечной слабостью,

атрофией, дилатационной кардиомиопатией, фибрилляцией предсердий и аритмиями [2]. В крови выявляется гемолитическая анемия, акантоцитоз, уровень КФК повышен. При МРТ и аутопсии выявляется атрофия базальных ганглиев. Заболевание более тяжело протекает у мужчин. Лечение носит симптоматический характер.

Пантотенат-киназная недостаточность (NBIA, PKAN, болезнь Галлервордена-Шпатца) – аутосомно-рецессивное нейродегенеративное заболевание, связанное с мутацией гена пантотенат-киназы 2 (PANK2). Первое клиническое описание синдрома приведено Галлерворденом и Шпатцом в 1920 г. Заболевание сопровождается отложением железа в бледном шаре с характерной картиной гиперинтенсивности на фоне гипоинтенсивности в T2 режиме МРТ (симптом «тигровых глаз») и бурой окраской базальных ганглиев при аутопсии. Классически манифестация происходит в детском возрасте (3-6 лет), сопровождается быстро прогрессирующей мышечной дистонией (часто в оромандибулярной области), ригидностью, дисфагией, дизартрией, задержкой умственного развития, ретинопатией (пигментный ретинит). Средняя продолжительность жизни – 11,18 лет, смерть наступает от сопутствующей аспирационной пневмонии и истощения в связи с дисфагией. Известны атипичные варианты с началом симптомов на втором десятке лет жизни и малопрогрессирующей симптоматикой. При атипичной форме на первый план выступают речевые и психические нарушения. Заболеванию часто сопутствует HARP-синдром (hyperprebetalipoproteinaemia, acanthocytes, and retinitis pigmentosa). Диагностика основывается на выявлении специфической МРТ картины. Лечение симптоматическое.

Гентингтоноподобное расстройство-2 – прогрессирующее аутосомно-доминантное расстройство, проявляющееся между 29 и 41 годами двигательными, когнитивными и аффективными нарушениями, продолжительность жизни после манифестации симптомов – 20 лет. Заболевание крайне редкое и чаще встречается у жителей Южной Африки. Неврологическая симптоматика включает ригидность, брадикинезию, тремор, дизартрию, гиперрефлексию, возможны хорей, дистония. Характерны деменция и психические расстройства. Возможны варианты, клинически схожие с хореей Гентингтона. При МРТ выявляется прогрессирующая атрофия лобной коры и билатеральная атрофия хвостатых ядер. В анализе крови могут обнаруживаться акантоциты [5]. При молекулярно-генетическом исследовании выявляется мутация гена JPH3 (16q24.3) [3], приводящая к увеличению GTP тринуклеотидных повторов (свыше 41) – похожий механизм лежит в основе образования патологического белка гентингина при болезни Гентингтона. Лечение заболевания также имеет симптоматический характер и включает назначение антиконвульсантов, нейролептиков, антидепрессантов.

1. Dobson-Stone, C. Chorein detection for the diagnosis of chorea-acanthocytosis / C. Dobson-Stone, A. Velayos-Baeza, L. A. Filippone, S. Westbury, et al. // Ann Neurol. - 2004. - Т. 56, №2. - С. 299-302.

2. Jung, H.H. McLeod syndrome: a neurohaematological disorder / H. H. Jung, A. Danek, B. M. Frey // *Vox Sang.* - 2007. - Т. 93, №2. - С. 112-121.

3. Margolis, R. L. Huntington's disease like-2: review and update / R. L. Margolis, D. D. Rudnicki, S. E. Holmes // *Acta Neurol Taiwan.* - 2005. - Т. 14, №1. - С. 1-8.

4. Ueno, S. The gene encoding a newly discovered protein, chorein, is mutated in chorea-acanthocytosis / S. Ueno, Y. Maruki, M. Nakamura, Y. Tomemori, et al. // *Nat Genet.* - 2001. - Т. 28, №2. - С. 121-122.

5. Walker, R. H. Huntington's disease--like 2 can present as chorea-acanthocytosis / R. H. Walker, A. Rasmussen, D. Rudnicki, S. E. Holmes, et al. // *Neurology.* - 2003. - Т. 61, №7. - С. 1002-1004.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНЫХ МИКРОДВИЖЕНИЙ ПРИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЯХ РАЗНОГО ГЕНЕЗА

Кручинина А.П.^{1,2}, Холмогорова Н.В.^{1,3}

*¹Московский городской психолого-педагогический университет, г. Москва,
sinplab@mgppu.ru*

²Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, г. Москва,

³Московский государственный педагогический университет, г. Москва

Ухудшение состояния здоровья нации, увеличение количества детей с генетически предопределенными психоневрологическими заболеваниями, такими как ранний детский аутизм и умственная отсталость, обусловленная ломкой X-хромосомы, а также сложность дифференциации случаев типичного аутизма Каннера и синдромов аутизма предопределили необходимость разработки методических подходов к созданию инструментального неинвазивного мониторинга психофизиологического развития детей и их родителей. Предлагаемые методические подходы основаны на регистрации постуральных микродвижений человека с помощью силомоментных датчиков.

С помощью силомоментных аппаратно-программных комплексов «Стабилан-01» (ОКБ «Ритм» г. Таганрог) и «Многофункциональное кресло» (совместная разработка МГППУ и ОКБ «Ритм») в условиях стоя и сидя исследовали постуральные микродвижения здоровых детей и детей с психоневрологическими нарушениями и их родителей в условиях стоя и сидя. Регистрацию сигналов проводили в течение 1-2 минут. В обследовании приняли участие дети в возрасте 6-8 лет с диагнозом РДА (2 чел.), с синдромом Asperger (2 чел.), с синдромом ломкой X-хромосомы (5 чел.) и их родители, а также здоровые дети и взрослые того же возраста (12 чел.). Регистрацию сигналов проводили в течение 1-2 минут. Микродвижения при спокойном стоянии исследовали в различных зрительных условиях: глаза открыты; глаза закрыты; воздействие визуальных динамических сигналов, вызывающих оптокинетический нистагм. Постуральные микродвижения сидящего человека регистрировали только с открытыми глазами. Взрослым в условиях сидя предлагалось выполнить статическую работу в виде удержания груза в правой (ведущей) руке, опирающейся локтем на неподвижную опору-подлокотник с вмонтированным трехкомпонентным силомоментным датчиком. Груз 1,5- 3,0 кг удерживался в руке до начала развития

утомления (2-4 мин). Сигналы силомоментных датчиков «Многофункционального кресла» фиксировались до, во время и после удержания груза. Детям пробы со статической работой не предлагались.

Оценки спектральной плотности мощности сигналов были получены в пакете MATLAB на основе непараметрического метода Велча. Для вычислений выбирались интервалы времени, протяженность которых превышала 60 с. при частоте опроса датчиков 50 Гц.

Результаты исследования показали, что стабиллографические показатели при поддержании вертикальной позы у детей с РДА и с аутистическими синдромами отличаются от показателей здоровых сверстников во всех предложенных зрительных условиях. У всех детей с аутистическими проявлениями, как в условиях стоя, так и в условиях сидя, наблюдались отдельные постуральные микродвижения, повторяющиеся через интервалы времени одного порядка (интервал между пиками варьировался от 3-4 до 30 с). Эти колебания носили достаточно устойчивый характер и могли быть отнесены к физиологическим атаксиям центрального происхождения. Спектральный анализ участков сигналов стабиллографа, не содержащих явных атаксий, показал экстремум спектра мощности высокочастотной части спектра баллистограмм в районе 3-7 Гц. У детей с РДА на баллистограмме экстремум спектра мощности наблюдался в диапазоне частот 3-4 Гц, а у детей с синдромом Аспергера и FRAXA – в диапазоне частот 4-7 Гц. Усиление физиологического нистагма предъявлением движущихся по экрану вертикальных и горизонтальных полос сопровождалось стабилизацией вертикальной позы детей с синдромом FRAXA. У детей с РДА подобный эффект наблюдался только при движении вертикальных полос влево или вправо. У здоровых сверстников эти зрительные стимулы позу дестабилизировали. При этом частотный спектр баллистограмм во всех пробах, как у детей с отклонением, так и у здоровых оставался неизменным. У родителей детей с синдромами Аспергера и FRAXA при спокойном стоянии (глаза закрыты) на баллистограмме экстремум спектра мощности наблюдался в диапазоне частот 4-8 Гц. Выполнение статической работы в условиях сидя позволили выявить у них асимметрию проявления мышечного тремора.

На основании проведенных исследований можно говорить о том, что:

- изменение мощности частотного спектра сигналов силомоментных датчиков стабиллографа и многофункционального кресла можно рассматривать в качестве маркеров развития неврологических заболеваний разного генеза;
- пробы с предъявлением динамических визуальных сигналов, направленных на оптимизацию физиологического нистагма («оптокинетический тест») можно использовать в качестве одного из методических приемов оценки скрытых проявлений двигательных и сенсомоторных нарушений, характерных для аутистов

Таким образом, оценка спектральной плотности мощности сигналов аппаратно-программных комплексов с силомоментным оцувствлением, основанная на регистрации постуральных микродвижений, является перспективной с точки зрения инструментального мониторинга психофизиологического развития детей и их родителей при генетически предопределенных психоневрологических нарушениях.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГРУПП АВТОНОМНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Истомин В.В.

*Пензенская государственная технологическая академия
istom@mail.ru*

В современном мире понятие интеллектуального агента (ИА) является одним из основных в области искусственного интеллекта (ИИ). Исследования систем взаимодействующих ИА, называемых многоагентными системами (МАС), занимают одно из ведущих мест в области ИИ. Обучающиеся ИА называются автономными интеллектуальными агентами (АИА), что означает их независимость и способность к обучению и приспособливанию к изменяющимся обстоятельствам.

МАС - система, образованная несколькими взаимодействующими ИА. МАС относятся к самоорганизующимся системам, так как в них ищется оптимальное решение задачи без внешнего вмешательства. Хотя традиционно в рамках МАС исследуются ИА, в роли агентов такой системы могут также выступать роботы. Группа роботов, сформированная по принципам МАС, при совместном выполнении задач получает значительное преимущество над одиночным роботом [1].

Групповая робототехника представляет собой новый подход к координации систем из многих роботов для совместного выполнения общей задачи. Появление групповой робототехники связано с эффектом эмерджентности поведения, наблюдаемого у социальных насекомых и относящегося к научному направлению по искусственному роевому интеллекту. Эффект эмерджентности заключается в том, что относительно простые правила индивидуального поведения могут создавать сложное организованное поведение всей группы. Таким образом, в рамках групповой робототехники предполагается, что желаемое коллективное поведение возникает из взаимодействия роботов между собой и с окружающей средой.

Для систематического изучения поведения группы роботов в исследовательских целях необходимы методики, которые обеспечат достоверный прогноз поведения группы, когда заданы только свойства отдельных её членов. Так как методы имитации и моделирования большого числа таких роботов на данный момент все еще являются несовершенными и достаточно сложными, их результаты часто оказываются неточными [2].

Решение проблем планирования и прогнозирования поведения может производиться с помощью многоагентного моделирования групп АИА, играющих роль роботов, способных к планированию и выполняющих набор действий в определенном порядке для достижения своей цели [3].

Целью работы является исследование и разработка методик моделирования поведения групп АИА с заданными свойствами; то есть исследование прогнозируемости эффекта эмерджентности при использовании теории роевого интеллекта в областях групповой робототехники и МАС.

Практическая значимость работы состоит в создании новых, более эффективных методик моделирования поведения больших групп АИА, позволяющих повысить достоверность прогнозирования достижения значимого поведения на уровне группы.

Области применения результатов очень широки, в том числе, крайне актуальными являются удаленная медицинская диагностика, терапия и хирургия.

1. Ahmed, S. Karsiti, M.N. A testbed for control schemes using multi agent nonholonomic robots. *Electro/Information Technology*, 2007 IEEE International Conference, Chicago, IL, pp. 459 – 464, 2007.
2. Farshad Arvin, Khairulmizam Samsudin, Abdul Rahman Ramli, “Development of a Miniature Robot For Swarm Robotic Application”. *International Journal of Computer and Electrical Engineering*’09. vol.1, no.4 , pp.436-442, 2009.
3. Hopgood, Adrian A. *Intelligent systems for engineers and scientists*. – 2nd ed. CRC Press LLC, Florida, 2001.

Научное издание

Вторая всероссийская научная школа

**Фундаментальные, клинические и гигиенические основы и
аппаратно-методическое обеспечение системы медико-
психологической реабилитации пациентов, подверженных
высокому уровню напряженности труда и профессионального
стресса**

Тезисы трудов

Ответственный за выпуск Вишневецкий В.Ю.