



При определении параметров СППР для диагностики БА были решены задачи поиска значимых признаков, их нормировка и определена структура блока принятия решения с каскадной нейро-нечеткой сетью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ежов А.А., Шумский С.А.* Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. – 1998. [<http://www.neuroproject.ru>].
2. *Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Кирдин А.Н. и др.* Нейроинформатика. - Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. [<http://neuroschool.narod.ru/books/neurinf.html>].
3. *Арсеньев С.* Извлечение знаний из медицинских баз данных. 1999 [<http://www.megaputer.ru>].
4. *Dongxin Xu.* Energy, entropy and information potential for neural computation. – University of Florida, – 1999.
5. *Рутковская Д., Пилиньский В., Рутковский Л.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / пер. с польского И.Д. Рудинского. – М: Горячая линия; Телеком, 2004.
6. *Безруков Н.С., Ермакова Е.В.* Прогнозирование бронхиальной астмы по параметрам реоэнцефалографии на основе гибридной сети. Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-19 // Труды XIX международ. науч.конф. / под общ. ред. В.С. Балакирева. – Воронеж, Воронеж. гос. технол. акад. – 2006. – Т. 7. – С.211-214.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.

УДК 612.821

© 2007 г. **А.В. Воронов**, канд. физ.-мат. наук

(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток),

Т.А. Горбач, канд. мед. наук

(Медицинское объединение ДВО РАН, Владивосток)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА. МЕТОДИКА И ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ¹

Предложена валидная методика исследования когнитивности человека. Приводятся результаты электроэнцефалографического исследования когнитивности с применением предлагаемой методики. В экспериментах по сравнению с фоновым состоянием испытуемого, наблюдали уменьшение α -ритма, в основном активацию правой области коры.

¹ Работа выполнена в рамках плана Дальневосточного отделения Научного совета по методологии искусственного интеллекта РАН.

Введение

Сегодня в мире интенсивно развивается целый комплекс наук по исследованию восприятия, мышления, интеллекта, сознания, поведения, эмоций, языка и других сущностных характеристик человека и мозговых механизмов этих характеристик в норме и при различных их изменениях. Традиционно исследованием мозга человека и животных на протяжении уже более ста лет занимались врачи-неврологи, нейрофизиологи и психологи. В рамках нейрофизиологии, нейропсихологии и других близких дисциплин с помощью различных методов, в том числе метода электроэнцефалографии (ЭЭГ), ими накоплен большой эмпирический материал по электрической активности мозга, функционированию мозга и т.д. В настоящее время интерес к изучению мозговых механизмов когнитивных процессов проявляет все большее число различных исследователей. Исследованием мозговых механизмов когнитивных процессов активно интересуются математики, философы, нейрокибернетики и т.д. Интенсивно ведутся работы в области применения результатов когнитивных наук в компьютерных технологиях, медицине, при разработке искусственных нейронных сетей и т.д.

Особое место среди когнитивных процессов занимает явление рефлексии. Изучением рефлексии давно занимаются философия и психология. В философии рефлексия понимается как один из основных принципов философского мышления, лежащий в основе сознания и направленный на осмысление и обоснование собственных умозаключений. В психологии проблема рефлексии рассматривается как процесс самопознания субъектом внутренних психических актов и состояний; рефлексия, являясь одной из основных исходных категорий при анализе самосознания, дает возможность субъекту мысленного выхода из его ограничений, возникающих в жизненных ситуациях, с избавлением субъекта от фобий, астенических и когнитивных расстройств. Существенное развитие понятие рефлексии получило в рефлексивном подходе, развиваемом В.А. Лефевром и др. При этом субъекты представляются рефлексивной системой многократных отражений реальности – как последовательных образов себя, так и последовательных образов других субъектов. Рефлексию можно определить, как сущий уровень – в смысле настоящий, истинный, наивысший уровень осмысления, понимания и т.п. человеком и самого себя, и других субъектов. В месте с тем детальное понимание рефлексии и существенный прогресс в понимании механизмов рефлексии не могут быть достигнуты чисто философскими построениями, методами психологии и математики, без систематического исследования этого явления объективными методами.

В 90-х гг. XX века, объявленных десятилетием мозга, в мире росло экспоненциально количество публикаций в области когнитивных наук [1]. Был получен ряд интересных результатов по динамике локального кровотока моз-

мозга испытуемых при различных их психических состояниях и др. Вместе с тем изучению рефлексии нейрофизиологи и специалисты других близких дисциплин уделяли недостаточное внимание. Понятие рефлексии связано с представлениями о самом субъекте-человеке и неразрывно с его деятельностью, мышлением, интеллектом, эмоциями, языком и т.д. Одним из подходов к детальному исследованию когнитивных процессов, в том числе рефлексии, может стать подход, основанный на субъектно-деятельной и знаково-речевой парадигмах [2]. При этом существенную роль могут сыграть современные методы исследования мозга: компьютерная электроэнцефалография (КЭЭГ), магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ) и др. Для исследования когнитивных процессов на основе субъектно-деятельной и знаково-речевой парадигм с помощью КЭЭГ, МРТ, КТ и др. необходимо разрабатывать методики, позволяющие регистрировать нейрофизиологические данные в специфических условиях метода или, что желательнее, в условиях целого комплекса методов регистрации данных (КЭЭГ, МРТ, КТ и др.).

Целью данной работы является разработка методики исследования когнитивности человека и объективизация когнитивности с помощью метода КЭЭГ.

Методика исследования

Некоторые явления когнитивности (восприятие, интеллект и др.) исследуют методами и методиками психологии. Прямое применение психологических наработок при исследовании когнитивных процессов методом КЭЭГ и другими методами исследования мозга (МРТ, КТ и др.) весьма желательнее, но, к сожалению, практически невозможно. Для получения объективных данных, например, методом КЭЭГ необходимо соблюдение некоторых общих правил [3]. Метод КЭЭГ отражает функциональную активность мозга и весьма чувствителен к вниманию, эмоциональному фону и другим состояниям пациента. Пациент во время исследования должен находиться в свето- и звукоизолированном помещении, в удобном кресле. Мышцы пациента, особенно головы и шеи, должны быть расслаблены, иначе на электроэнцефалограмме появляются мышечные артефакты. Глаза пациента, желательнее, закрыты, так как при этом в норме на электроэнцефалограмме наблюдается наибольшая выраженность α -ритма, а также минимизируются глазодвигательные артефакты. При открытых глазах обследуемые, как правило, совершают мигательные движения веками, а также движения глазами яблоками, что сопровождается появлением на электроэнцефалограмме глазодвигательных артефактов. Для клинических исследований в качестве стандартных функциональных основных нагрузок обычно применяют функциональные пробы (открытие и закрытие глаз, фотостимуляцию, фоностимуляцию, гипервентиляцию и др.), направленные, в основном, на ориентировочную оценку электроэнцефалографи-

ческой реактивности обследуемого. При разработке методик исследования сложных когнитивных характеристик необходимо учесть специфику КЭЭГ исследования и организовать выполнение испытуемым определенной сложной когнитивной деятельности, регистрируемой методом КЭЭГ. Важнейшим при этом является валидность методики, т.е. ее способность вызывать определенную мозговую деятельность испытуемого. Критерием валидности методики может служить связь результатов выполнения задания испытуемым с независимо полученными результатами, – например, с помощью других валидных методик, валидных тестов или общепринятых представлений и пр. [4].

Стимулами в предлагаемой методике служили слова: дружба, щедрость, честность, доверие, сочувствие, сострадание, совесть, агрессия, доброта и т.д., всего около сотни слов. Преимуществом таких стимулов является то, что каждое отдельное слова может быть предъявлено испытуемому в виде аудио- и/или видеостимула в течение короткого времени (≈ 1 с) с помощью компьютерных средств (аудиосистемы компьютера, дисплея компьютера и компьютерных программ). Длительность электроэнцефалографической реактивности испытуемого на отдельное слово следует ожидать в течение $\sim 0,1$ с [5]. Следовательно, за время ≈ 2 с с начала предъявления стимула-слова можно зарегистрировать реактивность испытуемого методом КЭЭГ, а испытуемому предъявить следующий стимул. Однако при последовательном предъявлении испытуемому стимулов-слов нельзя исключить влияние одной реактивности испытуемого на другую его реактивность, а также нельзя исключить длительное (более 2 с) доминирование какой-либо реактивности и пр. Желательно переключать внимание испытуемого на некоторый не основной “нейтральный” стимул, предъявляемый испытуемому между основными стимулами-словами. Поэтому после предъявления стимула-слова (по истечении 2 с сначала предъявления стимула) испытуемому с помощью компьютера предъявлялся короткий ($\sim 0,1$ мс) щелчок и одновременно пятно на дисплее компьютера в течение 2 с, а испытуемому рекомендовалось сконцентрироваться на щелчке и пятне. По истечении 2 с от начала предъявления щелчка и пятна испытуемому в случайном порядке предъявлялось следующее слово и т.д. Таким образом, экспериментальная проба предъявления слова составляла интервал 2 с, и состояла из интервала ≈ 1 с визуального и/или вербального предъявления стимула-слова и интервала ≈ 1 с реактивности испытуемого на слово при фоновых условиях эксперимента (темный дисплей компьютера, отсутствие звуков, глаза испытуемого открыты или закрыты).

Методика исследования когнитивности была реализована на ноутбуке Compaq Armada M700. Дисплей ноутбука располагался прямо перед испытуемым, на расстоянии 1 м от его глаз. Стимулы-слова изображались белыми буквами в центре черного экрана дисплея. Высота букв была 15

мм. Пятна диаметром 10 мм, аналогично словам белого цвета, предъявлялись в центре черного экрана. Звуки эксперимента (стимулы-слова и щелчки) издавались из встроенных колонок ноутбука. Уровень звука был установлен на среднюю его величину (громкость разговорной речи). Рядом с ноутбуком располагалась стандартная цифровая видеокамера miniDV, направленная объективом на лицо испытуемого. Запись изображения лица испытуемого в режиме “ночной съемки” и звуков эксперимента (команд врача-оператора КЭЭГ, аудио стимулов-слов, щелчков и пр.) велась с помощью видеокамеры в течение всего времени эксперимента. Было разработано и опробовано несколько вариантов проб исследования когнитивности: тренировочная проба, основная проба с видео- и аудиостимуляцией словами (глаза испытуемого открыты), основная проба с видеостимуляцией словами без звуков (глаза испытуемого открыты) и основная проба с аудиостимуляцией словами без видеостимуляции (глаза испытуемого закрыты). В данной статье приводятся экспериментальные результаты, полученные только в случае тренировочной пробы. Тренировочная проба включала 30 стимулов-слов и состояла из фрагментов трех основных проб, включающих по 10 стимулов-слов. Проба начиналась с инструктирования испытуемого. При этом испытуемый получал указания и инструкции как непосредственно от врача-оператора КЭЭГ, так и от компьютера, визуально на экране дисплея и вербально из встроенных колонок компьютера. С начала тренировочной пробы глаза испытуемого были открыты, а на экране дисплея компьютера демонстрировалась инструкция: “Внимание, Вам будет предложена проба чередующихся (через 2 с) стимулов. Одновременно со щелчком будет появляться пятно. Вам следует сконцентрироваться на щелчке и пятне. После пятна одновременно с произношением слова будет появляться его название. При предъявлении слова Вам следует представить его значение, смысл, значимость, актуальность и/или т.п. При этом Вам следует быть расслабленным, желательно не моргать и не напрягать мышцы. Моргнуть можно после щелчка, при предъявлении пятна”. После ознакомления испытуемого с основной инструкцией на экране дисплея следовала фраза: “Внимание, проба начинается через три секунды по щелчку, предъявляемому вместо цифры один”. Далее на экране дисплея с интервалом времени в 1 с появлялись цифры 3, 2. Одновременно с появлением цифр велся обратный вербальный отсчет с помощью аудиосистемы компьютера. Затем со щелчком и появлением на экране дисплея пятна начиналась экспериментальная часть тренировочной пробы с видео- и аудиостимуляцией (глаза испытуемого открыты), состоящая из чередующихся аудио- и видеостимулов (щелчков, пятен и слов). После предъявления первых 10 слов, на экране дисплея одновременно с пятном появлялась римская цифра II, свидетельствующая о смене вида пробы на пробу с видеостимуляцией, словами без звуков (глаза испытуемого открыты), о чем испытуемый был информирован заранее. По завершении предъявления ви-

диостимулов из 10 слов на экране дисплея одновременно с пятном появлялась римская цифра III, свидетельствующая о смене вида пробы на пробу с аудиостимуляцией, словами без видеостимуляции (глаза исследуемого закрыты). Затем следовали чередующиеся аудиостимулы (щелчки и слова). После окончания всей экспериментальной части тренировочной пробы вербально (из колонок компьютера) и визуально (на экране дисплея) предъявлялась фраза: “Внимание, проба закончена”.

Исследование испытуемого вели в слабо освещенном, звукоизолированном помещении. Испытуемый, мужчина 53 лет, не имеющий в анамнезе черепно-мозговых травм и неврологических нарушений, дал согласие на исследование, руководствуясь личной мотивацией на исследование. Во время исследования испытуемый располагался в удобном кресле и был в состоянии спокойного бодрствования с открытыми или закрытыми глазами. КЭЭГ регистрировали монополярно в 16 отведениях на электроэнцефалографической установке “Нейрон-Спектр-2” фирмы “НейроСофт”. Электроды располагались по стандартной системе 10-20 в симметричных точках правого и левого полушария (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2). Референтные электроды (A1, A2) располагались на мочках ушей. Заземляющий электрод находился в точке Cz. Постоянная времени усилителя была 0,13 с. Квантование КЭЭГ происходило с частотой 256 Гц. Сопротивление электродов было 25-40 кОм. Оцифрованная ЭЭГ записывалась на жесткий диск компьютера. С начала для оценки общей реактивности испытуемого, он был, подвергнут стандартным функциональным нагрузкам-пробам: открыванию и закрыванию глаз, фотостимуляции и гипервентиляции. Затем испытуемый был подвергнут исследованию когнитивности. С интервалами в несколько минут он прошел дважды тренировочную пробу. Далее прошел основную пробу с видео- и аудиостимуляцией словами (глаза открыты), основную пробу с видеостимуляцией словами без звуков (глаза открыты) и основную пробу с аудиостимуляцией словами без видеостимуляции (глаза закрыты). В начале, а также при окончании записей всех проб велась запись фонового состояния испытуемого. Общее время записи КЭЭГ данных составило 34 мин. 30 с. Во время записи и перед анализом, данные КЭЭГ были подвергнуты тщательному изучению на предмет выявления артефактов глазодвигательных и мышечных, спайков, острых волн и пр. Спайками и острыми волнами считались сигналы ЭЭГ с минимальной амплитудой 125 мкВ и длительностью соответственно 20-70 мс и 71-200 мс. Для анализа электроэнцефалографических данных компьютерной программой “Нейрон-Спектр” фирмы “НейроСофт” выбирались 2-секундные отрезки-эпохи ЭЭГ, не содержащие глазодвигательных и мышечных артефактов, спаек и острых волн. Рассматривались следующие частотные диапазоны: Δ = 0,5-3,9 Гц, θ = 4-7,9 Гц, α = 8-14,9 Гц, δ β_1 = 15-19,9 Гц, β_2 = 20-35 Гц. Измерение и вычисление амплитуды сигналов ЭЭГ производилось как “пик-пик”.

Спектральная плотность ЭЭГ вычислялась методом быстрого преобразования Фурье. Значения индексов для различных частотных диапазонов ($\Delta = 0,5-3,9$ Гц, $\theta = 4-7,9$ Гц, $\alpha = 8-14,9$ Гц, $\beta_1 = 15-19,9$ Гц, $\beta_2 = 20-35$ Гц) вычислялись как отношения полной мощности спектра в отведении к полной мощности спектра в данном частотном диапазоне этого отведения.

Результаты исследования и их обсуждение

Во время предварительного обследования и последующего исследования испытуемый находился в состоянии спокойного бодрствования или под воздействием проб (стандартных, экспериментальных) с открытыми или закрытыми глазами. На рис. 1 представлены фрагменты ЭЭГ, соответствующие некоторым основным состояниям испытуемого. На всех приведенных фрагментах видна периодичность ЭЭГ сигнала ≈ 1 Гц в отведении T5A1 (второе отведение снизу на рис. 1).

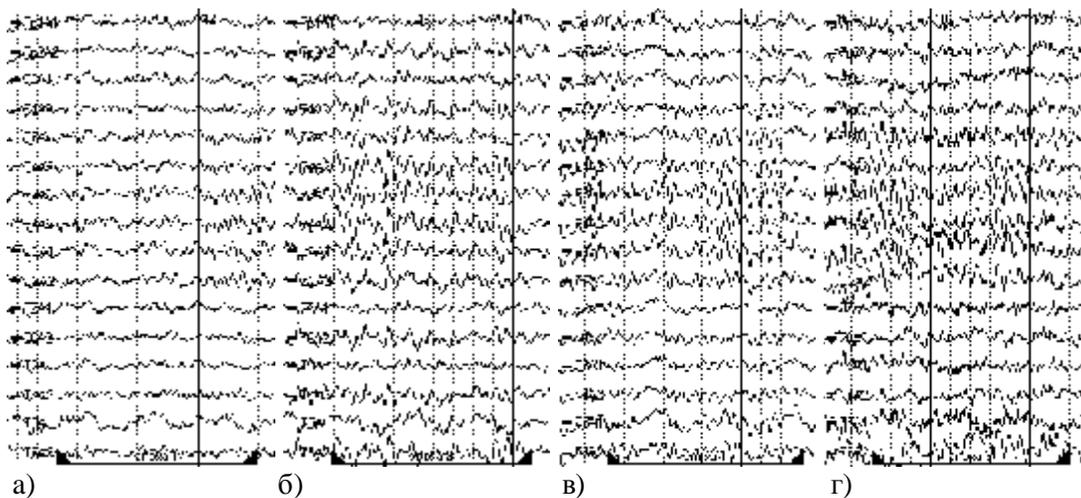


Рис. 1. ЭЭГ-фрагменты: фоновой записи с открытыми глазами (а), реакции на видео- и аудиостимул-слово “интерес” с открытыми глазами (б), фоновой записи с закрытыми глазами (в), реакции на аудиостимул-слово “азарт” с закрытыми глазами (г) (слева на фрагментах приведены обозначения отведений сверху вниз соответственно: Fp1A1, Fp2A2, F3A1, F4A2, C3A1, C4A2, P3A1, P4A2, O1A1, O2A2, F7A1, F8A2, T3A1, T4A2, T5A1, T6A2. На фрагментах сверху приведены значения времени записи в секундах, а внизу отмечены анализируемые эпохи).

ЭЭГ-сигнал в отведении T5A1 имеет форму пульсограммы и совпадает по частоте с частотой сердечных сокращений. Это, по-видимому, артефакт, связанный с движением электрода и изменением потенциала кожи головы испытуемого в результате механических смещений вследствие пульсации артерии, расположенной вблизи электрода. Фильтрацию сигнала ≈ 1 Гц не производили, поскольку частота сигнала совпадает с рассматриваемым частотным Δ -диапазоном (0,5-3,9 Гц).

Основным ритмом, генерируемым в коре головного мозга в состоянии спокойного бодрствования, является α -ритм, локализованный в задних отделах мозга [5]. Электрофизиологи рассматривают этот основной ритм в состоянии спокойного бодрствования, особенно при закрытых глазах, как ритм покоя, а уменьшение амплитуды ритма покоя воспринимают как увеличение степени активации коры головного мозга [3, 5]. Таким образом, изменения характеристик α -ритма могут служить показателем различий в уровне активации корковых областей мозга.

На рис. 2 приведены распределения средних амплитуд ЭЭГ на поверхности головы испытуемого при различных условия эксперимента. Видно, что наблюдаются хорошо выраженные сигналы в задних отделах мозга испытуемого.

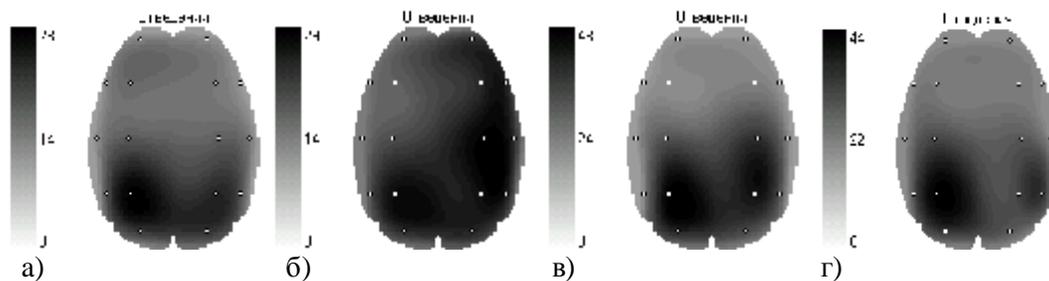


Рис. 2. Распределения средних амплитуд ЭЭГ (мкВ) для отведений на поверхности головы испытуемого: фонового состояния с открытыми глазами (а), усредненной реакции по 9 аудио, видеостимулам-словам с открытыми глазами (б), фонового состояния с закрытыми глазами (в), усредненной реакции по 10 аудиостимулам-словам с закрытыми глазами (г) (вверху шкал приведены значения наибольшей средней амплитуды).

Особенно выражены сигналы (до 48 мкВ) в задних отделах при фоновом состоянии с закрытыми глазами (рис. 2в). Частотно-спектральный анализ средствами “Нейрон-Спектр” показал, что сигналы в задних отделах мозга соответствуют α -ритму частотой $\approx 9 - 10$ Гц. Таким образом, у испытуемого наблюдается хорошо организованный α -ритм при фоновом состоянии с закрытыми глазами (рис. 2в), который существенно уменьшается при фоновом состоянии с открытыми глазами – до 28 мкВ (рис. 2а). При аудиостимуляции словами с закрытыми глазами (рис. 2г), по сравнению с условиями фонового состояния с закрытыми глазами (рис. 2в), наблюдается некоторое уменьшение средней амплитуды α -ритма, особенно существенное вблизи правой теменной области (P4). В условиях аудио- и видеостимуляции с открытыми глазами (рис. 2б), по сравнению с условиями фонового состояния с открытыми глазами (рис. 2а), отмечается существенное увеличение амплитуды ЭЭГ в правой половине головы испытуемого.

Для более детального анализа и обсуждения наблюдаемых особенностей в распределении сигналов ЭЭГ на поверхности головы испытуемого рассмотрим данные по средним амплитудам α - и θ -диапазонов для отведе-

ний при различных состояниях испытуемого (табл. 1) и значения индексов α - и θ -ритмов для отведений при различных состояниях испытуемого (табл. 2).

Таблица 1

Отв.	A_a	A_6	$A_a\alpha$	$A_6\alpha$	$A_a\theta$	$A_6\theta$	A_B	A_T	$A_B\alpha$	$A_T\alpha$	$A_B\theta$	$A_T\theta$
Fp1A1	14	16	11	12	0	0	21	20	13	15	12	10
Fp2A2	13	22	11	18	0	23	20	20	14	17	13	17
F3A1	17	18	10	11	15	8	22	23	14	17	13	12
F4A2	15	24	0	18	0	22	24	22	22	18	12	19
C3A1	18	20	12	16	16	11	33	32	30	27	0	19
C4A2	18	28	12	22	13	24	39	29	35	26	11	19
P3A1	28	27	25	23	13	9	48	45	48	45	14	17
P4A2	24	26	21	22	12	27	44	33	42	34	15	23
O1A1	22	24	19	17	12	21	41	34	39	37	12	18
O2A2	22	24	18	18	12	27	34	28	30	28	14	23
F7A1	13	15	9	8	0	10	18	22	12	15	11	10
F8A2	11	24	0	18	0	26	20	20	17	15	11	18
T3A1	13	15	0	6	0	5	19	21	18	15	0	8
T4A2	14	22	0	18	0	21	22	20	19	15	0	15
T5A1	19	20	13	13	0	16	25	30	26	25	12	16
T6A2	18	25	15	20	0	26	32	34	30	33	13	20

Примечание. Отв. – отведение, A_a – амплитуда фонового состояния с открытыми глазами, A_6 – амплитуда усредненной реакции по 9 аудио, видеостимулам-словам с открытыми глазами, $A_a\alpha$ – амплитуда α -ритма фонового состояния с открытыми глазами, $A_6\alpha$ – амплитуда α -ритма усредненной реакции по 9 аудио, видеостимулам-словам с открытыми глазами, $A_a\theta$ – амплитуда θ -ритма фонового состояния с открытыми глазами, $A_6\theta$ – амплитуда θ -ритма усредненной реакции по 9 аудио, видеостимулам-словам с открытыми глазами, A_B – амплитуда фонового состояния с закрытыми глазами, A_T – амплитуда усредненной реакции по 10 аудиостимулам-словам с закрытыми глазами, $A_B\alpha$ – амплитуда α -ритма фонового состояния с закрытыми глазами, $A_T\alpha$ – амплитуда α -ритма усредненной реакции по 10 аудиостимулам-словам с закрытыми глазами, $A_B\theta$ – амплитуда θ -ритма фонового состояния с закрытыми глазами, $A_T\theta$ – амплитуда θ -ритма усредненной реакции по 10 аудиостимулам-словам с закрытыми глазами.

Из табл. 1 видно, что амплитуда ЭЭГ сигнала при стимуляции испытуемого аудио и видеостимулами-словами с открытыми глазами (A_6) по сравнению с фоновым состоянием с открытыми глазами (A_a) существенно увеличивается в большинстве областей правой половины головы испытуемого (лобной – Fp2, F4, F8, центральной – C4, височной – T4, T6). При этом существенный вклад в этот процесс вносят как α -диапазон ($A_6\alpha$), так и θ -диапазон ($A_6\theta$). Изменения в Δ -, β_1 - и β_2 -диапазонах имеют меньший характер. Амплитуда ЭЭГ сигнала при стимуляции испытуемого аудиословами с закрытыми глазами (A_T) по сравнению с фоновым состоянием с закрытыми глазами (A_B) существенно уменьшалась в затылочных областях

(O1, O2) и справа в теменной (P4), центральной (C4). При этом наблюдается существенное увеличение амплитуды θ -диапазона ($A_r\theta$) в правой половине головы, а также областях левой половины головы (центральной – C3, теменной – P3, височной – T3, затылочной – O1).

Таблица 2

Отв.	$I_{a\alpha}$	$I_{b\alpha}$	$I_{b^*\alpha}$	$I_{в\alpha}$	$I_{r\alpha}$	$I_{a\theta}$	$I_{b\theta}$	$I_{b^*\theta}$	$I_{в\theta}$	$I_{r\theta}$
Fp1A1	20	23	28	19	24	13	12	14	11	13
Fp2A2	26	22	24	27	27	11	36	35	17	27
F3A1	14	19	27	19	21	29	23	19	14	13
F4A2	23	24	25	44	26	25	34	33	14	25
C3A1	23	26	47	52	34	29	19	20	11	17
C4A2	28	30	40	69	44	22	36	31	7	22
P3A1	55	43	67	71	66	14	9	9	5	9
P4A2	43	25	41	64	45	11	33	27	8	21
O1A1	31	22	31	50	42	14	26	26	8	9
O2A2	39	17	25	52	35	19	38	32	10	23
F7A1	13	15	20	16	21	21	25	29	12	15
F8A2	18	20	22	40	22	12	42	39	16	29
T3A1	14	19	31	33	24	27	27	23	10	14
T4A2	26	23	28	41	26	17	29	29	12	23
T5A1	9	8	16	25	20	8	12	12	8	9
T6A2	37	21	27	58	41	7	33	27	10	15

Примечание. Отв. – отведения, $I_{a\alpha}$ – индекс α -ритма фонового состояния с открытыми глазами, $I_{b\alpha}$ – индекс α -ритма, усредненный по 9 реакциям на аудио- видеостимулы-слова с открытыми глазами, $I_{b^*\alpha}$ – индекс α -ритма, усредненный по 9 реакциям на пятна с открытыми глазами, $I_{в\alpha}$ – индекс α -ритма фонового состояния с закрытыми глазами, $I_{r\alpha}$ – индекс α -ритма, усредненный по 10 реакциям на аудиостимулы-слова с закрытыми глазами, $I_{a\theta}$ – индекс θ -ритма фонового состояния с открытыми глазами, $I_{b\theta}$ – индекс θ -ритма, усредненный по 9 реакциям на аудио- видеостимулы-слова с открытыми глазами, $I_{b^*\theta}$ – индекс θ -ритма, усредненный по 9 реакциям на пятна с открытыми глазами, $I_{в\theta}$ – индекс θ -ритма фонового состояния с закрытыми глазами, $I_{r\theta}$ – индекс θ -ритма, усредненный по 10 реакциям на аудиостимулы-слова с закрытыми глазами.

Изменения значений индексов α - и θ -ритмов для отведений при различных состояниях испытуемого (табл. 2) имеют характер изменений, аналогичный изменениям амплитуд (табл. 1). Следует обратить внимание на то, что реакция испытуемого на пятна с открытыми глазами ($I_{b^*\alpha}$) существенно отличается от его реакции на аудио- видеослова с открытыми глазами ($I_{b\alpha}$). Отличие заключается в меньшем уменьшении α -ритма при реакции на пятна ($I_{b^*\alpha}$) в сравнении с реакцией на слова ($I_{b\alpha}$), а также доминировании α -ритма в передней левой части головы (Fp1, F3) при реакциях на пятна и доминировании θ -ритма справа при реакциях на слова

($I_6\theta$). θ -ритм тесно связан с эмоциональным и умственным напряжением, и его усиление рассматривают как симптом увеличения эмоциональных переживаний, а лишь значительное увеличение его амплитуды (до 60 мкВ) при фоновом состоянии взрослых обследуемых рассматривают как нарушение биоэлектрической активности мозга [3, 6]. Следует добавить, что при стимуляции испытуемого словами без аудиостимуляции наблюдали аналогичные изменения в активации корковых областей мозга.

Таким образом, в экспериментах со стимуляцией испытуемого словами наблюдается его когнитивная деятельность, связанная с эмоциями. Причем у испытуемого преимущественно активируются корковые области правой половины мозга. Доминирование правого полушария при идентификации слов на перцептивном (чувственном) уровне, наблюдаемое нами, соответствует общепринятым представлениям (см., например, [7]), что свидетельствует о валидности предлагаемой нами методики по исследованию когнитивности человека. К реакциям, связанным с рефлексией, по видимому, следует отнести реакции, соответствующие “сущему уровню, в смысле настоящему, истинному, наивысшему уровню осмысления, понимания, эмоций и т.п.”, без нарушений биоэлектрической активности мозга.

Заключение

В работе предложена валидная методика исследования когнитивности человека. Результаты электроэнцефалографического исследования реакции испытуемого на стимулы-слова свидетельствуют о доминировании правого полушария при идентификации слов, и указывают на преобладание эмоциональной компоненты когнитивности процесса. Результаты исследования согласуются с общепринятыми представлениями и могут быть интересными для практической и теоретической нейрофизиологии, неврологии и психологии, а также при разработке подходов к созданию лично-стно-ориентированных систем поддержки деятельности, в том числе управленческой деятельности человека в условиях информационного общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Raichle M.E.* Cognitive neuroscience: Bold insights. // *Nature*. – 2001. – V. 412, N 6843. – P. 128–130.
2. *Брушлинский А.В.* Психология индивидуального и группового субъекта в изменяющемся обществе // *Вестник РАН*. 2002. – Т. 72, №2. – С.162–169.
3. *Зенков Л.Р., Ронкин М.А.* Функциональная диагностика нервных болезней (Руководство для врачей). – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2004.
4. *Словарь-справочник по психологической диагностике* / под ред. Л.Ф. Бурлачук, С.М. Морозова. – Киев: Наукова думка, 1989.



5. *Гнездицкий В.В.* Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). – М.: МЕД-пресс-информ, 2004.
6. *Равич-Щербо И.В. и др.* Психогенетика. Учебник / И.В. Равич-Щербо, Т.М. Марютина, Е.Л. Григоренко: под ред. И.В. Равич-Щербо. – М.: Аспект-Пресс, 2000.
7. *Григорян В.Г. и др.* Межполушарная асимметрия вызванных потенциалов при выполнении зрительно-пространственных задач // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, №6. – С.51-54.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Е.А. Нурминским.

УДК 004: 616-036.12

© 2007 г. **Н.В. Насонова**, канд. техн. наук
(Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт терапии СО РАМН», Новосибирск)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ФАКТОРОВ РИСКА ХРОНИЧЕСКИХ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Рассмотрены особенности построения автоматизированной системы комплексного мониторинга для выявления и прогнозирования факторов риска хронических неинфекционных заболеваний у взрослого населения. Кроме того, предложен новый подход к технологическому процессу принятия врачебных решений.

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), наблюдается неуклонный рост уровня неинфекционных заболеваний в мире. При этом приоритет исследований, направленных на уменьшение доли хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), повышается. Это следует из стратегической задачи ВОЗ [1], ориентированной на реализацию принципа системного подхода к мониторингу факторов риска ХНИЗ, а также подчеркивается ведущими специалистами нашей страны [2, 3]. Как указывают авторы, основой профилактики ХНИЗ является определение наиболее существенных факторов риска (ФР), их профилактика и контроль. С точки зрения первичной профилактики ФР, инструментом предотвращения заболеваний может стать мониторинг основных факторов риска. Здесь под ФР понимается влияние или воздействие на человека, которое повышает вероятность возникновения у него ХНИЗ [4].