

**К. С. Саматова<sup>1</sup>, А. О. Сельский<sup>2,1</sup>, А. Е. Руннова<sup>1,2</sup>**

1 Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, Саратов

2 Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Саратов

**K. S. Samatova<sup>1</sup>, A. O. Selskii<sup>2,1</sup>, A. E. Runnova<sup>1,2</sup>**

1 Saratov State Medical University named after I. I. V. I. Razumovsky, Saratov, Russia

2 Saratov National Research State University named after N. G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

*Email: anefila@gmail.com*

## **МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ЭЭГ АКТИВНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ БОЛЬЮ**

## **THE METHOD OF AUTOMATIC ANALYSIS OF COGNITIVE EVOKED POTENTIALS ON THE EXAMPLE OF THE ANALYSIS OF EEG ACTIVITY IN PATIENTS WITH CHRONIC HEADACHE**

DOI 10.24412/CL-36601-2021-1-278-283

**Аннотация:** В работе показаны новые методы анализа индивидуальных особенностей головного мозга у пациентов с хроническими головными болями. Предложена система автоматической оценки экстремумов когнитивного ВП. Это позволило выделить типовые группы по особенностям демодуляции ВП. Наблюдается корреляция объективной оценки ЭЭГ и клинической картины.

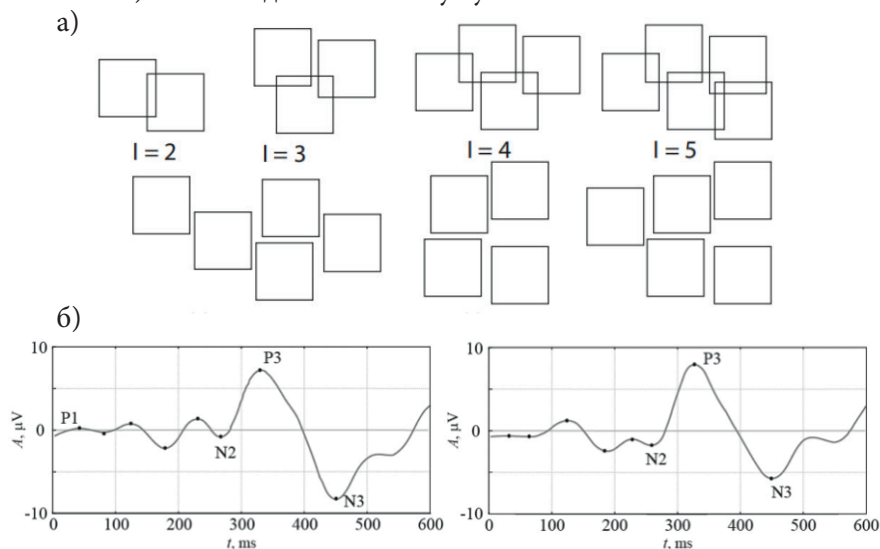
**Ключевые слова:** ЭЭГ, хронические боли, когнитивные тесты, вызванные потенциалы, магнитуда характерных компонент.

**Abstract:** The paper shows new methods of analyzing the individual features of the brain in patients with chronic headaches. The system for automatic assessment of EP extrema is proposed. This made it possible to single out the typical groups according to the EP demodulation features. There is a correlation between the objective evaluation of the EEG and the clinical picture.

**Keywords:** EEG, chronic pain, cognitive tests, evoked potentials, magnitude of characteristic components.

Одним из перспективных направлений современной науки является исследование головного мозга человека. Однако, для успешного изучения необходимы эффективные методы измерения мозговой активности и численные методы её объективного анализа. В настоящее время большое развитие получила электроэнцефалография (ЭЭГ), как доступный по цене и условиям использования метод, позволяющий оценить и измерить активность отделов коры головного мозга человека. Для обработки полученных на ЭЭГ данных перспективным является построение вызванных потенциалов (ВП). Применение данного метода полезно для создания и настройки интерфейсов «brain-computer interface» (BCI), используемых для обучения или реабилитации пациентов с различными заболеваниями [1].

**Методика:** В экспериментальной работе приняли участие 23 пациента Клиники лечения боли. Средний возраст испытуемых составлял  $49 \pm 12,4$  года. Эксперименты проводились в течение первой половины дня в специально оборудованной психологической лаборатории, где доброволец располагался удобно в состоянии полужага, воздействие внешних раздражителей (внешнего шума и яркого света) было сведено к минимуму.



**Рисунок 1.** (а) Образцы экспериментального материала. (б) Примеры вызванных потенциалов для двух каналов одного из испытуемых. Точками нанесены экстремумы вызванного потенциала. Обозначены компоненты, выделенные вручную.

На рис. 1 а показаны образцы зрительных стимулов, которые представляют собой простые группы геометрических объектов (квадратов) в количестве 2—5. Каждому испытуемому было дано указание нажимать левую кнопку пульта дистанционного управления при показе нечетного количества объектов в группе и правую кнопку при представлении четного числа. Все предъявления стимулов и реакции испытуемого автоматически записывались в виде текстовых протоколов. Весь эксперимент занял около 40 минут. В ходе эксперимента испытуемый оценивал в среднем 100—150 событий.

Для анализа ЭЭГ применялся монополярный метод регистрации и расширенное расположение электродов в соответствии с «10—10» системой, позволяющей оценивать активность коры головного мозга по проекциям всех основных зон. Регистрация данных ЭЭГ проводилась на электроэнцефалографическом оборудовании “Энцефалан — ЭЭГР-19/26” (Medikom MTD, Российская Федерация). Для получения сигналов ЭЭГ использовались электроды Ag/AgCl на основе специальных предварительно подключенных головных колпачков.

После регистрации в ходе нейропсихологического эксперимента записи ЭЭГ-данных, анализ активности головного мозга осуществлялся с помощью построения когнитивных ВП [2, 3]. Известно, что для настройки системы нейроинтерфейса удобно использование оценки хорошо выраженного компонента Р (300) на ВП [4]. Данный компонент присутствует при решении когнитивных задач и устойчив для стимулов различных типов. Однако, несмотря на выраженность и устойчивость наблюдаемые когнитивные ВП могут сильно изменяться из-за индивидуальных особенностей испытуемого, особенно при выраженном угнетении когнитивных способностей у пациентов психо-неврологического профиля, что требует учёта при настройке системы ВСИ.

Сегодня методика нахождения вызванных потенциалов является общепринятой [3]. При предъявлении испытуемому серии стимулов, за каждым единичным стимулом следует ответная реакция на него, наблюдаемая в канале ЭЭГ. Поскольку сигнал имеет свойство изменчивости, когнитивный ВП после единичного стимула недостаточно информативен. Необходимо анализировать серию вызванных потенциалов на серию идентичных стимулов путём усреднения значения ЭЭГ фрагментов. Важно знать точное время окончания предъявления стимулов во избежание ошибок

ного усреднения во избежание смещения временных рамок усредняемых ВП. При верном расчёте на ВП наблюдается серия экстремумов, компонентов ВП — набора максимумов и минимумов, при этом случайные составляющие ЭЭГ сигнала, не имеющие отношения к ответу на данный стимул, после процедуры усреднения стремятся к нулю. Для разных по характеру стимулов вызванные потенциалы имеют разную форму. На рис. 1 б представлены примеры когнитивных ВП для одного из испытуемых, построенные по паре ЭЭГ-каналов.

**Результаты:** Для данных ВП четко выделяются компоненты N2, P3, N3, тогда как другие компоненты менее выражены, что характерно для данных характеристик. Основными характеристиками компонент ВП являются их амплитуда и промежуток времени, при котором они устойчиво наблюдаются. В данной работе мы ставим акцент на амплитудах компонент ВП и пробуем по ним выделить индивидуальные особенности испытуемых.

Компоненты N2, P3, N3 имеют наибольшую амплитуду и относительно стабильное время появления и исчезновения, поэтому удобны для распознавания. Для одновременной оценки амплитуд всех трех компонент был введен параметр  $M$  магнитуды характерных компонент когнитивного ВП. Данный параметр  $M$  определяется как сумма модулей разностей компонент N2 P3 и N3 P3. Если один или несколько компонент не были выявлены для данного вызванного потенциала, то их амплитуда считалась равной нулю и формула расчета параметра  $M$  при этом не изменялась.

Мы построили распределения параметра  $M$  по каналам ЭЭГ, рассчитав его для каждого канала каждого испытуемого. Визуализация распределения может быть удобно представлена на схеме головы, как показано на рис. 2, где приведены распределения параметра  $M$  магнитуды характерных компонент когнитивного ВП по каналам для трех испытуемых с различными индивидуальными особенностями. Для всех испытуемых максимальное значение параметра  $M$  приходится на центральные каналы, смещения в сторону левых или правых каналов незначительно, представляя характерную черту когнитивных ВП.



**Рис. 2.** Распределение величины  $M$  (разницы между амплитудами компонент  $N2$  и  $P3$ ) по каналам для трех испытуемых.

При этом положение максимального значения параметра  $M$  у испытуемых смещается вдоль центральной оси в направлении ко лбу и к затылку, в зависимости от индивидуальных особенностей. Максимум  $M$  может наблюдаться в (1) лобной, или (2) затылочной, или (3) теменной долях.

В настоящем эксперименте наибольшая разница между амплитудами характерных компонент когнитивного ВП в лобной доле наблюдалась у 7 пациентов. Такое же количество пациентов продемонстрировало максимум магнитуды в затылочной доле. У 9 участников работы максимальные значения величины  $M$  наблюдались в теменной доле. Анализ этих групп пациентов выявил различия в длительности наблюдаемой хронической боли.

**Заключение:** Выделение индивидуальных особенностей ВП предлагаемой методикой производится автоматически. Разделив каналы на соответствующие области, магнитуда  $M$  характерных компонент когнитивного ВП рассчитывается для каждой области скальпа. Дальнейшее сравнение полученных величин  $M$  дает представление о зонировании параметров ВП. Представленный способ анализа может быть использован как при настройке ВСИ, так и найти применение в системах поддержки врачебных решений для анализа неврологических пациентов.

### Список литературы:

1. Томашвили А. В. Применение технологии регистрации вызванных потенциалов в разработке нейроинтерфейса // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. № 11.
2. Cooper N.R., et al. Investigating evoked and induced electroencephalogram activity in task-related alpha power increases during an internally directed attention task. // Neuro Report, 2006, V. 17, P. 205—208.

3. Schack B., Klimesch W. Frequency characteristic of evoked and oscillatory electroencephalographic activity in a human memory scanning task//Neurosci. Lett, 2002, V. 331, P. 107—110.
4. Левичкина Е. В., Каплан А. Я. Неосознаваемые процессы контекстного контроля зрительного восприятия простых стимулов: исследование методом вызванных потенциалов//Физиология человека 2009, Т. 35, № 2, с. 27—32.

УДК:615.036.8+57.024

**Синякин И. А., Баталова Т. А.**

ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия», Благовещенск, Россия

**Sinyakin I. A., Batalova T. A.**

FGBOU VO “Amur State Medical Academy”, Blagoveshchensk, Russia

*E-mail: sinyakin.ivan2016@yandex.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ПИРАЦЕТАМА И РЕМАКСОЛА В ТЕЧЕНИЕ 28 ДНЕЙ НА ПОВЕДЕНИЕ БЕЛЫХ БЕСПОРОДНЫХ КРЫС**

### **THE EFFECT OF CONSECUTIVE ADMINISTRATION OF PIRACETAM AND RE-MAXOL FOR 28 DAYS ON THE BEHAVIOR OF WHITE MONGREL RATS**

DOI 10.24412/CL-36601-2021-1-283-287

**Аннотация:** Цель: Изучить влияние последовательного введения препаратов пирацетама и ремаксола (по схеме: 14 дней пирацетам, далее 14 дней ремаксол) на поведение крыс в тесте «приподнятый крестообразный лабиринт».

Материалы и методы исследования: объектами исследования были отечественные препараты пирацетам и ремаксол. Эксперимент выполнен на 20 белых беспородных крысах самцах массой 300—350 г. и возрастом 12 месяцев. Исследования проводили с использо-