

УДК 612.741.16:616.742.7

СИНХРОННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ЭНЦЕФАЛОГРАММ И ЭЛЕКТРОМИОГРАММ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

Янукович С.А., Штигель Е.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Самуйлов И.В. – ассистент кафедры ЭТТ

Аннотация. В данной работе будут рассмотрены электромиография и электроэнцефалография как методы диагностики, в результате которых была получена база данных ЭЭГ- и ЭМГ-сигналов, которые были проанализированы при помощи частотно-временного преобразования.

Ключевые слова. Электромиография, электромиограмма, электроэнцефаллограмма, электроэнцефалография, электромиограф, электроэнцефалограф, быстрое преобразование Фурье, спектральная характеристика ЭМГ-сигнала, частотно-временное преобразование, анализ сигнала.

Введение. Электромиография (ЭМГ, ЭНМГ, миография, электронейромиография) – метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека и животных при возбуждении мышечных волокон; [1] регистрация электрической активности мышц [2]. Регистрация электрических сигналов (биопотенциалов) производится при помощи специальных сенсоров, располагаемых на поверхности кожи или вводимых внутримышечно (игольчатые электроды) [4].

С помощью этого метода можно выявить: невропатии (травматические или компрессионно-ишемические), радикулопатии и миелопатии, поражения нервно-мышечной системы (миопатии, миотонии, миастении, полимиозиты), дегенеративные поражения нервно-мышечной системы (боковой амиотрофический склероз) [3].

Противопоказания: беременность, наличие кардиостимулятора, эпилепсия, гипертонический криз, состояния человека, которое сопровождается повышенной температурой и наличие ран в тех местах, где предполагается установка электродов. При игольчатой ЭМГ также противопоказанием является нарушение вязкости крови, инфекционные заболевания которые передаются через кровь, возраст до 8-ми лет и высокий болевой порог человека [3].

Существуют игольчатая и поверхностная ЭМГ: при игольчатой ЭМГ используются специальные одноразовые игольчатые электроды, которые вводятся в мышцу, что подразумевает инвазивность метода, при поверхностной используются многоразовые поверхностные электроды, метод диагностики при этом является неинвазивным. С помощью электрода регистрируют активность мышцы. Для этого по указанию врача мышцу расслабляют или немного напрягают. Зачастую для установки диагноза требуется проведение этих двух исследований совместно [3].

Исследования проводится с помощью электромиографа или электроэнцефалографа, имеющего специальный вход для регистрации ЭМГ или при специальной настройке входов [2-3].

Амплитуда колебаний потенциала мышцы, как правило, не превышает нескольких милливольт, а их длительность – 20-25 мс [1].

Электромиограмма (ЭМГ) – кривая зависимости амплитуды в милливольтках от времени, размерность которого зависит от параметров, устанавливаемых врачом на ЭВМ, на котором данная кривая регистрируется при помощи электроэнцефалографа или электромиографа.

Методика исследования. Для получения ЭЭГ и ЭМГ-сигналов и формирования последующей базы данных был использован электроэнцефалограф Мицар-ЭЭГ-10/70-201, рисунок 1.

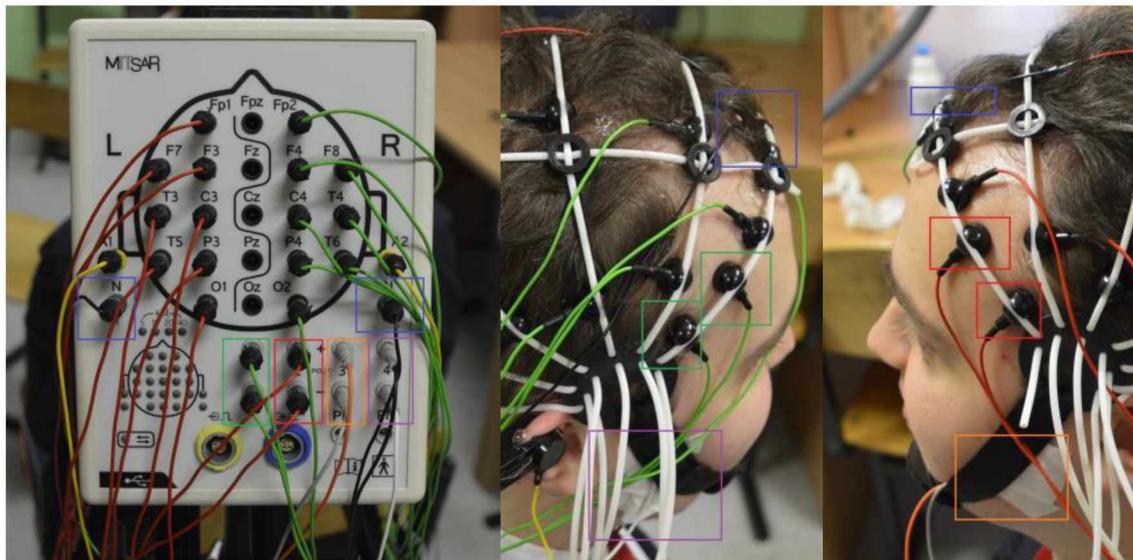


Рисунок 1 - Схема подключения электродов к пациенту

- 1) Подключить энцефалограф к ПЭВМ.
- 2) Запустить программу EEG Studio запись .
- 3) Создайте новый профиль пациента, введите его данные, и начать новое обследование.
- 4) Установить нейтральные электроды на лоб пациента, 3-4 см от переносицы, расстояние между электродами 1-2 см, электроды отмечены на рисунке 1 синей рамкой;

Предварительно на электроды, для обеспечения качественного контакта кожа-электрод, нанести медицинский гель. Электроды ЭЭГ, см. рисунок 2.а, закрепляются с помощью специального шлема, электроды ЭМГ см. рисунок 2.б закрепляются при помощи медицинского лейкопластыря



Рисунок 2 – Внешний вид электродов, где а – электроды для ЭЭГ, б – электроды для ЭМГ

- 5) Установить референтные электроды для ЭЭГ на ушные раковины с помощью специального зажима см. рисунок 2.в. На рисунке 1 показаны жёлтым цветом;
- 6) Установить электроды для ЭЭГ по международной 16-электродной схеме;
- 7) Установите на мышцу Temporalis электроды для ЭМГ, подсоедините разъёмы электродов к выходам POLY 1 и 2 энцефалографа для правой и левой стороны лица соответственно, расстояние между электродами не более 2 см, устанавливаются вдоль мышцы, электроды отмечены на рисунке 1 красной(POLY 2) и зелёной(POLY 1) рамками;
- 8) Установите на мышцу Masseter электроды для ЭМГ, подсоедините разъёмы электродов к выходам POLY 3 и 4 энцефалографа для левой и правой стороны лица соответственно, расстояние между электродами не более 2 см, устанавливаются вдоль

мышцы, электроды отмечены на рисунке 1 оранжевой(POLY 3) и фиолетовой(POLY 4) рамками;

9) Проверить импеданс электродов см. рисунок 3, для этого при начатом исследовании нажать клавишу импеданс. Если импеданс выше 10 кОм, переустановить электрод.

10) В программе EEG Studio запись настроить фильтр сигналов, установить ФНЧ 5.3 Гц и ФВЧ 50 Гц, скорость развертки 7,5 мм/с, режекторный фильтр 50/100 (± 5) Гц.

11) Произвести следующие функциональные пробы: закрытые глаза и открытые глаза, по 2 минуты на каждую пробу.

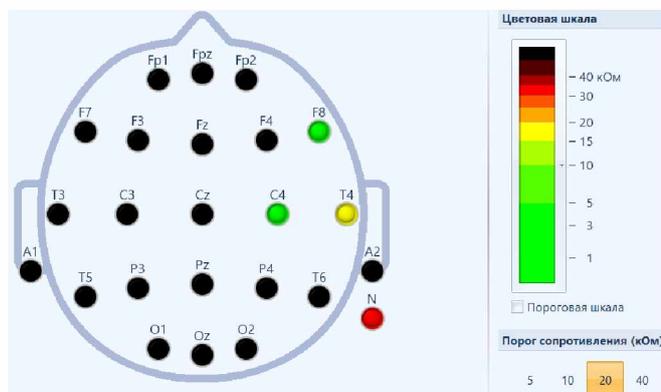


Рисунок 3 – Шкала для измерения импеданса и местонахождение электродов в EEG Studio запись

12) Произвести анализ данных, для этого нажимаем клавишу анализа и автоматически открывается программа EEG Studio анализ, выделяем участок ЭЭГ-ЭМГ и выбираем пункт мастер анализа,, отмечаем в программе проведение анализа на выделенном участке, нажимаем быстрое преобразование фурье(БПФ с агнл. FFT) и получаем спектральную характеристику на выделенном участке. Далее приведён клинический случай: мужчина 19 лет, жалоб нет, проба закрытых глаз см. рисунок 4.

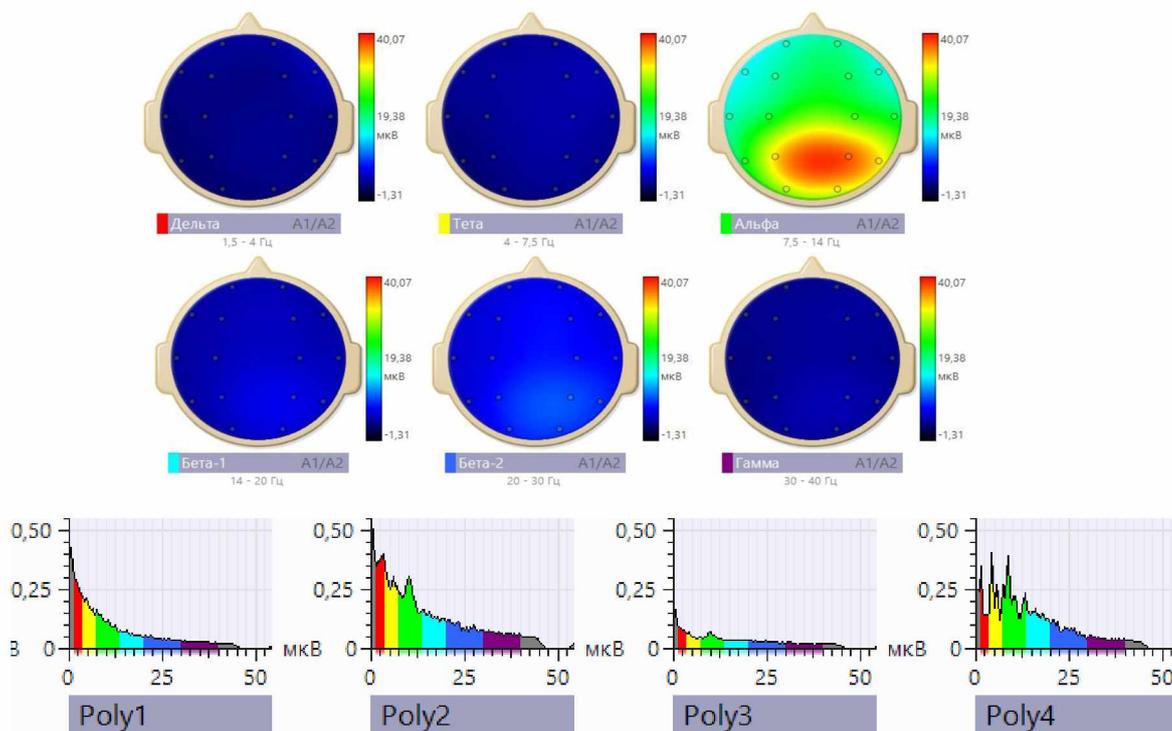


Рисунок 4 – Характер полученного картирования для ЭЭГ-сигналов и спектральных характеристик ЭМГ-сигналов в программе Mitsar EEG Studio

Как видно из клинического случая, амплитуда ЭМГ-сигналов не превышает 0,5 мкВ, в то время как максимальная амплитуда ЭЭГ равна порядка 40 мкВ. Основные частоты в которых наблюдаются пики амплитуд сигналов: 1,5-4 Гц для ЭМГ-сигналов и 7,5-14 Гц для ЭЭГ сигналов. Области мозга на которых наблюдаются пики сигналов: теменная доля и затылочная доля. Пациент демонстрировал повышенную мозговую активность при пробе закрытых глаз чем при пробе открытых глаз, средние показатели амплитуды пробы открытых глаз для ЭЭГ-сигналов не доходили до значения 30 мкВ, а пики сигналов наблюдались уже на лобной доле см. рисунок 5. ЭМГ-сигналы изменились только на показаниях мышц *temporalis*, где амплитуда выросла на 0,25 мкВ.

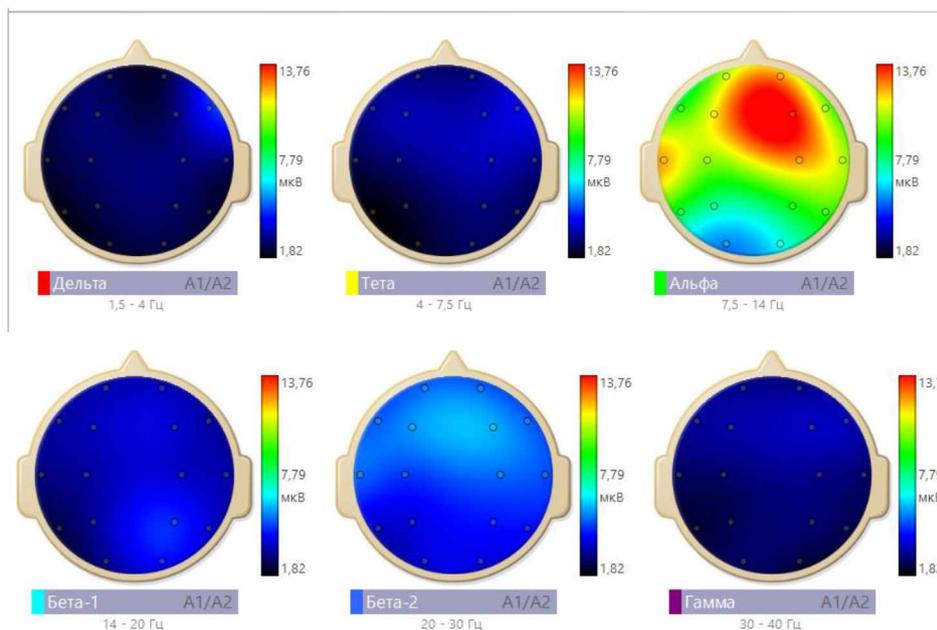


Рисунок 5 – Характер полученного картирования для ЭЭГ-сигналов при пробе открытых глаз

Заключение. Была разработана методика синхронной регистрации ЭЭГ и ЭМГ сигналов. Анализ спектральных характеристик показал что:

ЭЭГ: В среднем пики сигналов находятся в полосе частот от 7,5 до 14 Гц у испытуемых как мужского так и женского пола, а мозговую активность при пробе закрытых глаз в основном проявляет затылочная доля и при открытых смещение активности происходит в сторону лобной. Амплитуда при закрытых глазах больше у испытуемых мужского пола и меньше при открытых в 2-2,5 раза, у испытуемых женского пола амплитуда при пробе открытых глаз возрастает на 1-2 порядка по сравнению с пробой закрытых.

ЭМГ: При закрытых глазах у испытуемых мужского на мышцах наблюдается амплитуда порядком 0,5-0,75 мкВ с пиками от 0-7,5 Гц, и дополнительные пики между 7,5-14 Гц. У испытуемых женского пола тенденция следующая – отсутствуют дополнительные пики амплитуд между 7,5-14 Гц, и сигнал демонстрирует те же пределы амплитуды либо ниже, что у испытуемых мужского пола. При открытых глазах у испытуемых мужского пола дополнительные пики амплитуд становятся меньше примерно на 1,5 раза, основной пик на 0-5 Гц остаётся таким же или возрастает как правило на 0,25-0,5 мкВ. У испытуемых женского пола амплитуда становится высокой порядком десятков мкВ с плавно сходящим пиком от 1 Гц и до конца спектра.

Список источников

1. Персон Р. С. Электромиография в исследованиях человека, М., Медицина, 1969. - 241 с
2. Электромиография и электронейромиография [Электронный ресурс] // Медицинские центры «ЛОДЭ» URL: <https://www.lode.by/services/elektronejromiografiya/> (дата обращения: 15.02.2024)

3. Электромиография и электронейромиография [Электронный ресурс] // Медицинский центр «Мед-люкс» URL: <https://medlux75.ru/blog/что-такое-электромиография> (дата обращения: 15.02.2024)
4. Электромиография и электронейромиография [Электронный ресурс] // Продажа оборудования для регистрации биопотенциалов 2019-2023 ELEMУО г. Санкт-Петербург, Россия URL: https://elemuо.com/podderjka/info_ispolzovanie/miogramma_obschee (дата обращения: 15.02.2024)
5. Электростимуляция [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия 2004-2017 URL: <https://old.bigenc.ru/medicine/text/4930138> (дата обращения: 15.02.2024)
6. Электростимуляция [Электронный ресурс] // Медицинский центр «Скандинавский центр здоровья» URL: <https://www.scz.ru/medication/fizioterapiya/elektrostimulyatsiya> (дата обращения: 15.02.2024)
7. Нейро-МС/Д терапевтический расширенный // ООО «Нейрософт», Иваново, Россия, 2024 URL: <https://neurosoft.com/ru/catalog/tms/neuro-msd-therapeutic-advanced#overview> (дата обращения: 15.02.2024)

UDC 612.741.16:616.742.7

SYNCHRONOUS RECORDING AND ANALYSIS OF ENCEPHALOGRAMS AND ELECTROMYOGRAMS OF MASTICATORY MUSCLES AT STATE OF REST

Yanukovich S.A., Shpihel E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Samuilov I.V. – assistant of the department of ETT

Annotation. In this work, electromyography and electroencephalography were considered as diagnostic methods, as a result of which a database of EEG and EMG signals was obtained, which were analyzed using time-frequency transformation.

Keywords. Electromyography, electromyogram, electroencephalogram, electroencephalography, electromyograph, electroencephalograph, fast Fourier transform, spectral characteristics of the EMG signal, time-frequency transformation, signal analysis.