

УДК 004.932.72

## Использование электроэнцефалографа «НЕЙРОН-СПЕКТР" в НИРС

# 03, март 2012

А.В. Лукашин, В.В. Чиганашкин

*Студенты  
кафедра «Биомедицинские технологии»*

*Научный руководитель: В.В. Котин,  
к. ф-м. н., доцент кафедры «Биомедицинские технологии»*

МГТУ им. Н.Э. Баумана  
[Lukashin\\_av@mail.ru](mailto:Lukashin_av@mail.ru)

Компьютерный комплекс «Нейрон-Спектр 5» предназначен для регистрации ЭЭГ длинно-, средне- и коротколатентных вызванных потенциалов мозга в любых неэкранированных помещениях. Прибор переносной, регистрирует до 32 каналов ЭЭГ, позволяет проводить фоно- и фотостимуляцию, фильтрацию высоких и низких частот, а также помех источника питания (50 Гц), обработку полученных данных встроенными методами, включая картирование и построение гистограмм, сохранение и архивирование данных, ведение базы данных<sup>[1]</sup>. Данные были получены в процессе выполнения лабораторных работ по дисциплине «Биологические процессы и системы» под руководством доцента Котина В.В. и аспиранта Седанкина Михаила. С помощью компьютерного комплекса были проведены следующие исследования.

Исследование бинауральных ритмов.

Бинауральные ритмы - артефакт работы головного мозга, воображаемые звуки управляемой музыки, которую мозг воспринимает («слышит»), хотя реальные звуки отсутствуют.<sup>[2]</sup> Цель этапа работы с сенсорными (слуховыми) вызванными потенциалами при особом способе аудиостимуляции бинауральными ритмами состояла в анализе влияния разности частот на асимметрию характеристик биоэлектрической активности коры головного мозга. За количественную меру асимметрии был принят коэффициент корреляции потенциалов, снимаемых с симметричных групп отведений.

Бинауральные ритмы (биения) возникают при подаче испытуемому на левый и правый каналы стереонаушников двух различающихся по частоте аудиосигналов. Эффект воспринимаемых биений имеет место при условии, что частота основного тона не превосходит 1000-1500 Гц, а разность частот сигналов, подаваемых на левый и правый каналы, не выше 25 Гц. При больших разностях часто испытуемый воспринимает два отдельных тона, но не биения, и, таким образом, бинауральный ритм характеризуется частотой основного сигнала и разностью частот подаваемых

на левый и правый каналы аудиосигналов. Типовым способом «смягчения» восприятия биений является наложение на аудиосигнал белого шума<sup>[2]</sup>.

Генерация бинауральных ритмов выполнялась с помощью программируемого генератора бинауральных ритмов Gnaural – свободно распространяемое ПО (открытое лицензионное соглашение GNU).

Аудиостимуляция выполнялась с помощью стереонаушников.

Регистрация ЭЭГ проводилась компьютерным электроэнцефалографом «Нейрон-Спектр-5» фирмы «НейроСофт»; отведения - 16 электродов на координатной сетке.

Архивирование и обработка данных выполнялось с помощью ПО НейроСофт, Mathcad 14.

Эксперимент проводился по рекомендованным для снятия ЭЭГ методикам. Испытуемые – здоровые мужчины 19-20 лет. В процессе эксперимента испытуемый расслабленно сидел в комфортной позе в затемненной комнате с закрытыми глазами. Вначале снималась ЭЭГ без каких-либо внешних воздействий. Далее испытуемого просили открыть глаза, дожидались, пока мозг испытуемого не привыкнет к освещению, и, предварительно предупредив испытуемого, начинали фоностимуляцию. Фотостимуляция проводилась в четыре серии по 30 секунд, с увеличивающейся для каждой серии частотой с 1 до 4-х Гц. Уровень звука составлял 80 дБ. После этого испытуемого просили расслабиться и записывали контрольный сигнал без вызванных потенциалов до общей продолжительности эксперимента в 10 минут. Для контроля степени асимметрии использовались так называемые инверсные сессии с переключением частот аудиосигналов в правом и левом каналах. После каждой сессии проводилась оценка психоэмоционального состояния испытуемого с использованием опросного листа.

При обработке данных использовался последний (для каждой записи) сегмент ЭЭГ без артефактов длительностью от 90 до 120 секунд. Для подсчета коэффициента корреляции использовались значения средних амплитуд всех ритмов по каждому из отведений. Рассчитывались среднее арифметическое амплитуд, ковариация и коэффициент корреляции для полушарий, для симметричных отведений каждого из полушарий (8+8). Обработаны результаты опросов испытуемых. Все испытуемые не ощутили разницы между прямым и инверсным бинауральным ритмом. Большинство испытуемых сообщало об ощущении подавленности при прослушивании  $\alpha$ -ритма. Прослушивание  $\theta$ -ритма сопровождалось позитивными эмоциями и ощущением легкости.

На данном этапе не обнаружено явных закономерностей в динамике коэффициента корреляции (см. рис. 1). При воздействии одного и того же ритма наблюдалось как понижение, так и повышение коэффициента корреляции различных испытуемых. В согласии с известными литературными данными воздействие ритмов на межполушарную симметрию имеет сугубо индивидуальный характер<sup>[3]</sup>.



Рис. 1. Зависимость коэффициента межполушарной корреляции от номера сессии для  $\theta$ -ритма

#### Регистрация миограммы с помощью электроэнцефалографа

В данной работе была поставлена задача получения миограммы с помощью имеющегося электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-5». Снятие вызванных потенциалов проводилось с правой руки по методикам, описанным в пособии «Практикум по клинической электромиографии»<sup>[4]</sup>.

Для снятия ЭМГ использовалось 3 электрода:

1. “Земля” – левая рука.
2. Референтный электрод А2 – на сухожилие мышцы дистальнее брюшка мышцы.
3. Измеряющий электрод С4 – на брюшко мышцы.

Электроды были расположены на мышце согласно рекомендации в книге<sup>[4]</sup>.

Расстояние между электродами составляло примерно 90 мм.

Регистрация состояла из 3х этапов:

1. Покой мышцы, миограмма показана на рисунке 2.
2. Ритмичное, последовательное сжатие эспандера в кулаке, с частотой сжатия примерно 0,5 Гц, миограмма показана на рисунке 3.
3. Максимальное по силе сжатие кулака на длительный промежуток времени (тетанус), миограмма показана на рисунке 4.

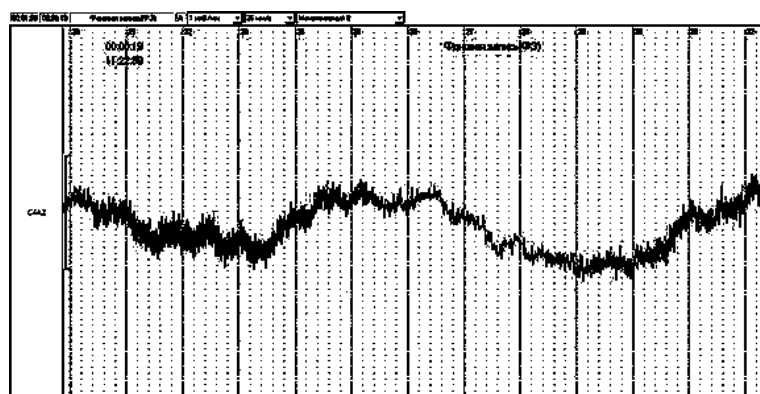


Рис. 2. Миограмма, снятая с мышцы в покое

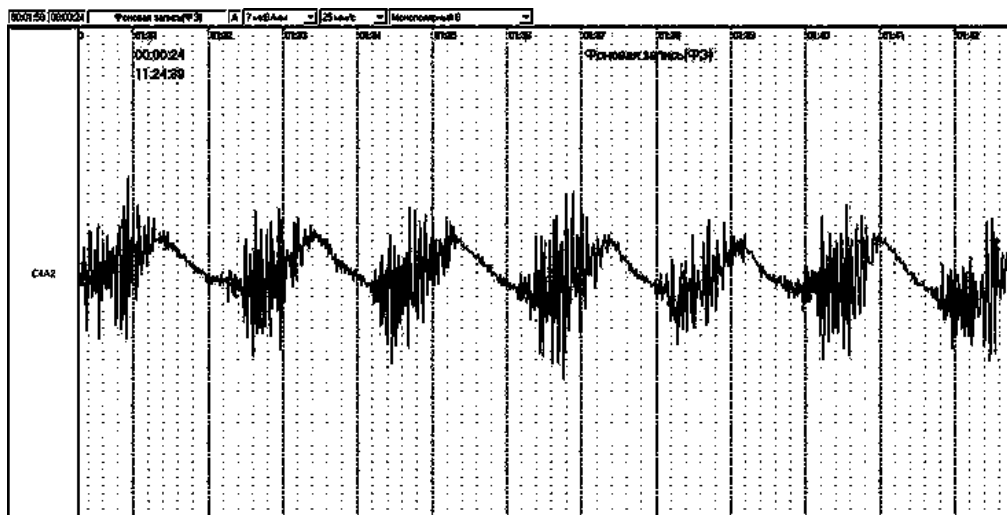


Рис. 3. Миограмма, снятая при ритмичном нагружении мышцы

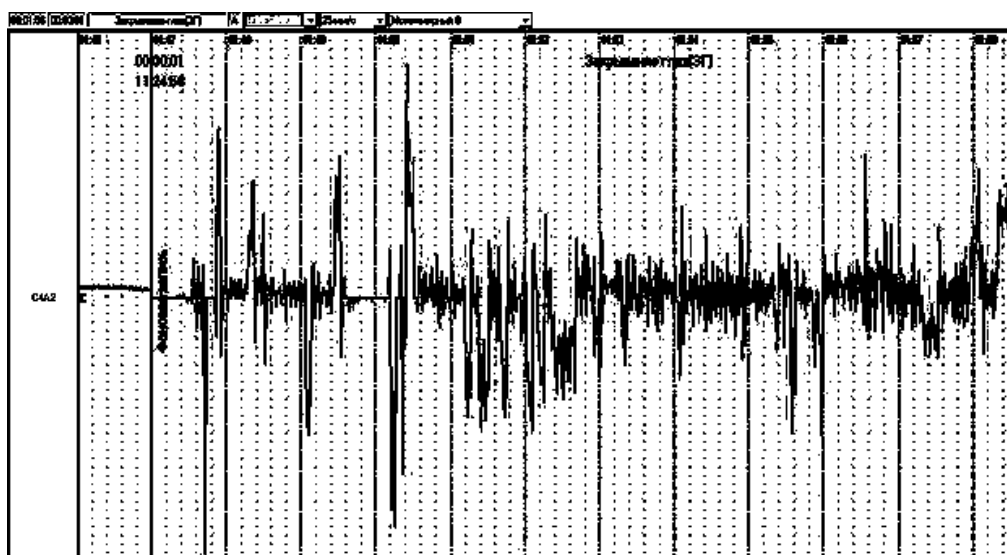


Рис. 4. Миограмма, снятая при тетанусе мышцы

Максимальная амплитуда составляет порядка 620 мкВ.

Полученные результаты амплитуды и формы сигнала похожи на миограммы<sup>[4]</sup>, приводимые в справочной литературе, что позволяет с определенной степенью точности заявить, что с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр 5» также можно снимать миограмму.

Обработка сигналов ЭЭГ с помощью вейвлет-преобразования

В рамках курсовых работ было произведено изучение теории вейвлет-фильтрации её преимуществ над другими видами фильтрации, обработка с её помощью сигналов ЭЭГ в среде Matlab.

Исследование сигналов ЭЭГ методом представления их через точки пересечения с нулевым уровнем

В начале 60-х г. американские исследователи Берч и Чилдерс показали, что ЭЭГ может быть восстановлен, если ее представить в виде трех импульсных последовательностей – нулевые точки самого процесса, нули первой и второй

производных. Очевидно, что такая модель процесса чрезвычайно громоздка и ее сознательное упрощение будет оправдано, тем более что ЭЭГ одного отведения никогда не рассматривается – минимально приемлимое количество отведений в схеме “10-20 %” составляет восемь. Представление ЭЭГ последовательностью ее нулевых точек (zero-crossing) ведет к некоторым потерям информации о низкоамплитудных высокочастотных колебаниях, не пересекающих изолинию. Каждая из ЭЭГ может быть представлена в виде дискретных импульсных “событий” – точек смены знака потенциала с отрицательного на положительный. Каждая точка соответствует полному волновому комплексу – окончанию предыдущего и началу следующего периода ЭЭГ<sup>[5]</sup>.

Каждый период по длительности относится к одному из четырех непересекающихся классов, соответствующих диапазонам  $\beta$ -,  $\alpha$ -,  $\theta$ - и  $\gamma$ -ритмов, то есть считается, что один из ритмов является «главным» на этом периоде. В данной работе в среде Matlab был проведен анализ вероятностей переходов между разными ритмами в одном отведении и одного ритма между разными отведениями, построены графы и матрицы переходов, рисунок 5 показывает граф перехода  $\theta$ -ритма между 4-мя отведениями,

Известно, что индивидуальная выраженность  $\alpha$ -ритма определенным образом связана с пластичностью ЦНС. Исследования показали, разные параметры матрицы перехода позволяют разделить испытуемых на адаптивную и неадаптивную группы<sup>[5]</sup>.

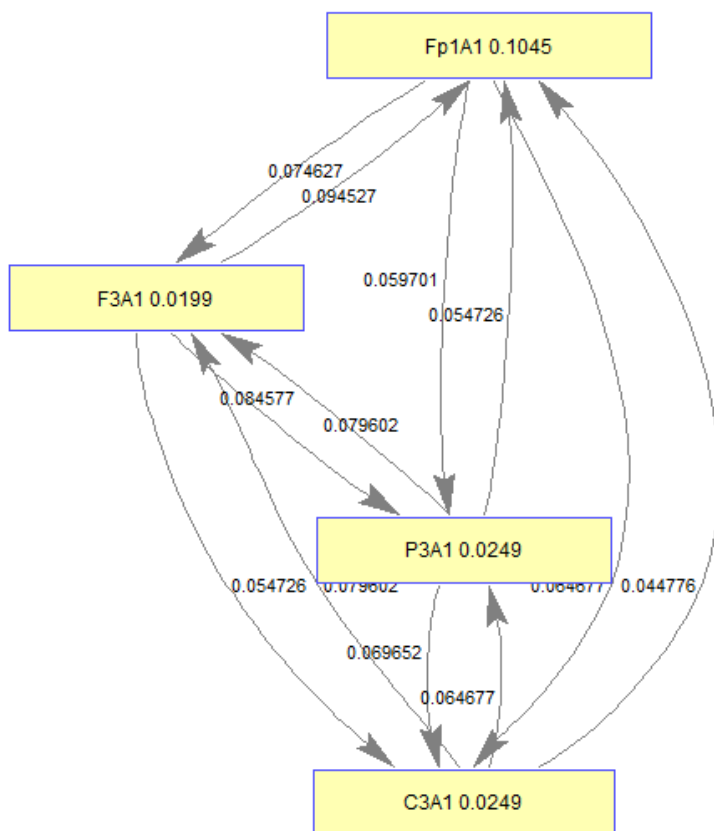


Рис. 5. Граф перехода  $\theta$ -ритма по 4-м отведениям

Матрица перехода для  $\theta$ -ритма по 4-м отведениям.

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 0.1045 | 0.0746 | 0.0647 | 0.0597 |
| 0.0945 | 0.0199 | 0.0547 | 0.0846 |

0.0448 0.0796 0.0249 0.0647  
0.0547 0.0796 0.0697 0.0249

### **Список литературы**

1. Компьютерный комплекс «Нейрон-Спектр» руководство по эксплуатации
2. Auditory beats in brain. Oster, G. Scientific American, 229, pp. 94-102, 1973.
3. Сегментация сигнала ЭЭГ и анализ вызванных потенциалов при аудиостимуляции бинауральными ритмами. Г.А. Евстигнеев, В.В. Котин, И.А. Кудашов, А.В. Лукашин, Д.А. Ориничев, В.В. Чиганашкин, - М: НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.
4. Практикум по клинической электромиографии. С.Г. Николаев, - Иваново: Ивановская государственная медицинская академия, 2003.
5. Электрофизиологические методы диагностики состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем человека. Н.Б. Суворов, Санкт-Петербург, 2005.