

спектра на определенной нормализованной частоте  $2\pi \cdot k / N$  или  $2\pi \cdot (k + \theta) / N$  представляет собой обычное линейное косвенное измерение, в котором в качестве функциональной зависимости используется  $k$ -я дискретная базисная функция ДПФ определенной частоты –  $k$ -я ДЭФ.

1. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов: пер. с англ. / под ред. Ю.Н. Александрова. М.: Мир, 1978. – 835 с.
2. Анциферов, С.С. Общая теория измерений: учебное пособие / С.С. Анциферов, Б.И. Голубь; Под ред.

- акад. РАН Н.Н. Евтихеева. –М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 176 с.
3. Пономарева, О.В. Основы теории дискретных косвенных измерений параметров сигналов / О.В. Пономарева – Ижевск: Издательство ИЖГТУ, – 2016. 172 с.
4. Пономарева, О.В. Метод эффективного измерения скользящего параметрического спектра Фурье / В.А. Пономарев, О.В. Пономарева, А.В. Пономарев // Автотриметрия. – 2014. – Т. 50, № 2. – С. 31–38.
5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: учебное пособие для вузов – М.: Логос, 2002.– 408 с.

УДК 615.847+616.895.4

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТОЙСТВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ

Цокота М.В.<sup>1</sup>, Тымчик Г.С.<sup>1</sup>, Терещенко Н.Ф.<sup>1</sup>, Чухраев Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», <sup>2</sup>Научно-методический центр «Мединтех»  
Киев, Украина

Регистрация электрической активности мозга давно применяется для изучения нейрофизиологических основ тревожных состояний. Уже первые исследования расстройств методом электроэнцефалографии (ЭЭГ), проведенные в сороковые годы XX века, обнаружили неожиданно большое количество аномалий у пациентов. Обобщенные литературные данные свидетельствуют, что даже при «рутинном» визуальном анализе ЭЭГ, патологические признаки проявляются в 20-40% депрессивно-подавленных пациентов и при оценке их тревожных состояний [1]. Применение современных методов математического анализа и обработки ЭЭГ-данных еще больше увеличивает диагностическую значимость метода. Пригодность данных количественного анализа ЭЭГ для выявления депрессий, то есть их чувствительность и специфичность, составляют 72-93% и 75-88% соответственно. Более того, мировая неврология рекомендовала математический анализ ЭЭГ в качестве дополнительного инструмента дифференциации депрессивных больных от здоровых, но в большей степени изменения касаются одного из основных ритмов ЭЭГ - альфа-ритма, который привлекает высокое внимание исследователей, благодаря его высокой чувствительности к различным внешним воздействиям и тонких изменений функционального состояния коры головного мозга [1].

Исследование альфа-ритма ЭЭГ больных нервными расстройствами, тревожно-депрессивным синдромом, на начальных этапах, позволяет изучать биологические основы заболевания и способствует недопущению усиления заболевания.

Поскольку ЭЭГ отражает разность потенциалов между двумя точками на поверхности головы, то для выяснения активности отдельных корковых областей используют индифферентный электрод, помещенный чаще всего на мочке уха. Это так называемое монополярная отвода. Вместе с этим

анализируется разность потенциалов между двумя активными зонами (биполярное отведение). Независимо от способа регистрации в ЭЭГ выделяются следующие типы ритмических колебаний: дельта - ритм ниже 4 Гц; тета-ритм 4–8 Гц; альфа-ритм 8–13 Гц (это основной ритм ЭЭГ, преимущественно выраженный в каудальных отделах коры – затылочный и теменной) бета-ритм 13–35 Гц; гамма-ритм – выше 35 Гц.

Эти ритмы отличаются не только по своим частотными, но и функциональными характеристикам. Их амплитуда, топография, соотношение является важным диагностическим признаком и критерием функционального состояния различных областей коры головного мозга при реализации психической деятельности.

Проведение ЭЭГ исследование имеет важное диагностическое значение при многих психических заболеваниях. ЭЭГ используется в диагностике тревожно-депрессивных расстройств (ТДР), эпилепсии и других психических расстройств, позволяет оценить глубину коматозных состояний, контролировать уровень сознания при наркозе.

Определение не решенных ранее частей общей проблемы. При обычной ЭЭГ патологию можно выявить только в 50% или меньше пациентов. Отсутствие изменений не исключает наличия отклонений от нормы. Повысить информативность ЭЭГ до 90% можно с помощью выполнения повторных исследований, длительной по времени регистрации ЭЭГ и тому подобное. Тщательное исследование функционального состояния головного мозга требует непрерывной диагностики. Многоканальной диагностикой ЭЭГ можно выявить пораженную зону, и она нуждается в постоянных или амбулаторных исследований. Поэтому при выявленном вероятном заболевании целесообразной является локализация измерения с проведением в дальнейшем биполярной регистрации ЭЭГ из

обособленных точек. При подтверждены хронического состояния болезней необходима частотная корреляция ритмов соответствующих областей по известным частотными паттерграммы.

Для выявления особенностей альфа-ритма ЭЭГ и установления возможных нервных расстройств исследована контрольная группа из 16 здоровых студентов для добровольного наблюдения. Диагностика проводилась по критериям МКБ-10. ЭЭГ регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с помощью аппаратного комплекса KL-720 (Тайвань).

Запись ЭЭГ осуществлялся монополярного соответственно международной системе «10–20%».

В качестве референтного электрода были использованы ушные клипсы.

Частотно-амплитудные характеристики и топографические распространения ритмов ЭЭГ определяли с помощью спектрального анализа ЭЭГ методом быстрого преобразования Фурье с усреднением не менее 30 зон по 2 секунды.

Математическая обработка результатов. По данным исследований рассчитывался доверительный интервал значений альфа-ритма здоровых пациентов, как задача при малом количестве наблюдений, когда значение параметра  $a$  заменялось его точечной оценкой  $\tilde{a}$ . Тогда для вероятности  $\beta = 0,99$  находится значение  $\varepsilon$

$$P(|\tilde{a} - a| < \varepsilon) = \beta. \quad (1)$$

Диапазон практически возможных значений ошибки, возникающей при замене  $a$  на  $\tilde{a}$ , будет  $\pm \varepsilon$ , значительные по абсолютной величине погрешности будут появляться только с малой вероятностью  $\lambda = 1 - \beta$

$$P(\tilde{a} - \varepsilon < a < \tilde{a} + \varepsilon) = \beta. \quad (2)$$

Данное соотношение означает, что с вероятностью  $\beta$  неизвестное значение параметра  $a$  попадает в интервал:

$$I_{\beta} = (\tilde{a} - \varepsilon; \tilde{a} + \varepsilon). \quad (3)$$

Анализ полученных результатов. При попадании измеренной характеристики спектральной мощности альфа-ритма в доверительный интервал  $I_{\beta}$ . ЭЭГ подопытного считается здоровым. В противном случае проводится дополнительный расчет попадания доверительных границ  $a - \varepsilon$  и  $a + \varepsilon$  к доверительного интервала  $I_{\beta}$ .

Резкое снижение индекса альфа-ритма (ниже 10%) или полное отсутствие его, доминирование плоской ЭЭГ, полиритмия амплитудой до 25 мкВ, доминирование низкочастотного бета-ритма средних амплитуд (20–25 мкВ), умеренная выраженность высокочастотной регулярной компоненты, увеличение амплитуды альфа ритма более 100 мкВ со снижением частоты его ниже 9 Гц с переходом его в спектр альфа-образного тета-ритма, а так же с наличием частных проявлений или всплеск медленных ритмов даже при

умеренно возбужденного реактивной ЭЭГ рассматривается нарушением средней тяжести.

Пример графика спектральной плотности мощности для отдельного канала записи ЭЭГ приведен на рис. 1, где оси абсцисс частота сигнала (Гц), а на оси ординат - спектральная мощность.

В качестве характерных признаков сигнала  $x(n)$  в данном случае выступают значения суммарной спектральной плотности мощности в частотных диапазонах 1-4 Гц (Дельта-ритм) 4-8 Гц (тета-ритм) 8-13 Гц (альфа-ритм) 14-35 Гц (бета-ритм).

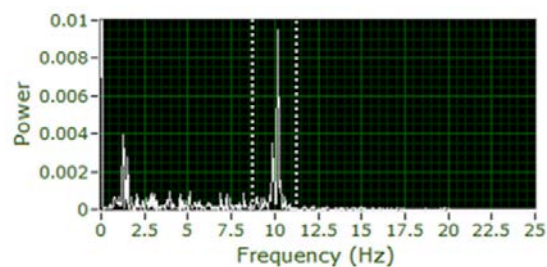


Рисунок 1 – Спектральная плотность мощности альфа-ритма и доверительный интервал

При анализе спектра для группы испытуемых студентов было установлено доверительный интервал в диапазоне от 9,25 до 11,5, изображенный на рис.1 пунктирными линиями.

Нами была разработана методика установления наличия психических расстройств путем аппаратного анализа ЭЭГ с выделением альфа-ритма и использованием корреляционных методов анализа с последующей терапией [2].

Таким образом, проведя исследование ЭЭГ испытуемых студентов было установлено наиболее здоровые пределы частоты альфа-ритма, выполнены исследования альфа-ритма ЭЭГ с применением спектрального анализа позволило выявить у подопытных студентов частичные психологические отклонения и незначительные нервные расстройства особой мозаики межкорковых взаимодействий и установить наиболее здоровые пределы частоты альфа-ритма. Терапевтическая стимуляция уменьшает отклонения от нормы в два раза. Метод корреляционно-экстремального анализа дал возможность аппаратно определить начальную наличие отклонений от нормы, а соответственно сигнал терапевтического действия на височную области головного мозга стимулировал процессы восстановления нормы.

1. Цокота М.В., Тимчик Г.С., Терещенко М.Ф., Вислоух С.П., Чурхасев М.В. Особливості обробки електроенцефалографічних сигналів для діагностики та корекції тривожно-депресивних розладів у студентів // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука», Київ, 2017 р. – 67–72 с.
2. Терещенко М.Ф., Чурхасев М.В., Тимчик Г.С., Цокота М.В., Вислоух С.П., Яковенко І.О. Спосіб діагностики та лікування психічних розладів // Патент України на корисну модель заявка №116897, від 12 червня 2017 р., Бюл.№11.