

СПОСІБ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ

Собко А. В., студент,
annasobko123@gmail.com

Козяр В. В., доц., к.м.н.
kozyarvasiliy@gmail.com

Факультет біомедичної інженерії

Національний технічний університет

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

Реферат — Метод електроенцефалографії є провідним у функціональній діагностиці мозкової активності, проте, і він має свої недоліки у виявленні патологічних сигналів. Саме тому, нами було запропоновано спосіб кількісного аналізу електроенцефалографічних даних, метою якого є підвищення об'єктивності діагностування захворювань головного мозку, а саме – епілепсії. Захворюваність епілепсією є високою як в Україні, так і в цілому світі і в даний час. Будь яка додаткова об'єктивна оцінка сигналів є запорукою правильного діагностування захворювання. У даній статті представлено створений алгоритм оцінки загальної біоелектричної активності мозку та її окремих основних складових (альфа, бета, дельта та тета частотних ритмів). Здійснення поставленої задачі було вирішено реалізувати у програмному середовищі MatLab, оскільки в ньому можна здійснювати операції над великими матрицями даних, якими є електроенцефалографічні сигнали. Розклад за частотними ритмами здійснено за допомогою ортогонального вейвлета Мейєра. Проведено дослідження роботи розробленого методу, який застосований для аналізу дослідної бази пацієнтів, які мають нормальну активність головного мозку та патологічну (з діагнозом епілепсії). Всього база даних включає 150 ділянок електроенцефалограм, що зібрані з 16 осіб. Дослідження проводилось по трьох групах записів: ділянки з нормальною активністю мозку, з присутнім епілептичним нападом та ділянки активності мозку між двома приступами у хворих пацієнтів, по 50 ділянок для кожної групи. Проілюстровані середні значення вибірок результатів програмної обробки біоелектричної активності електроенцефалограм по групах альфа з бета та дельта з тета частотними ритмами. Статистично достовірна відмінність біоелектричної активності швидких і повільних ритмів у хворих та здорових пацієнтів дає можливість автоматично розрізняти патологію, а отже, підвищити об'єктивність у трактуванні спеціалістами електроенцефалографічних сигналів.

Ключові слова — електроенцефалографія, епілепсія, біоелектрична активність, частотні ритми, MatLab, мозкова активність.

I. Вступ

Візуальний метод оцінки електроенцефалограм і в наші дні є провідним у функціональній діагностиці стану головного мозку. Проте, виявлення патологічних сигналів «на око» є недостатніми для аналізу тієї інформації, яку несе у собі складна картина біопотенціалів мозку.

За літературними даними, захворюваність і розповсюдження епілепсії, особливо в дитячому віці, лишається високою, як у цілому світі, так і в Україні [1,2]. Близько 50 мільйонів осіб страждають від цього захворювання [3]. Не зважаючи на велику кількість нових методів комп'ютерної обробки електроенцефалограм (ЕЕГ), майже всі вони мають непрямий характер і не зорієнтовані на необхідне підвищення об'єктивності її оцінки спеціалістами.

Ми вважаємо ефективним використання методу підрахунку біологічної активності мозку [4] в постобробці ЕЕГ, що має на меті забезпе-

чити нейрофізіолога інформацією, яка доповнює і уточнює візуальну, а значить, певною мірою – зменшує суб'єктивність оцінки ЕЕГ.

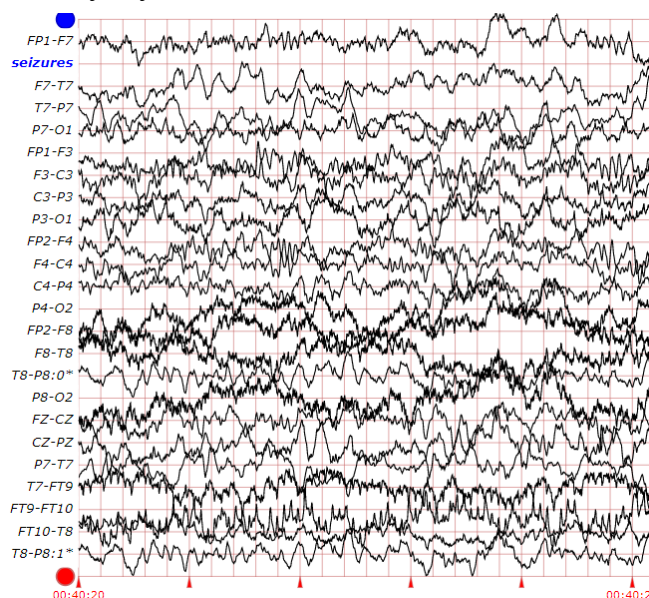


Рис. 1. Приклад запису ЕЕГ одного пацієнта

II. Матеріали досліджень

У даному дослідженні задіяні дві бази даних, перша з яких зібрана в педіатричному відділенні Дитячій лікарні Бостона [5] і містить записи ЕЕГ хворих, що мають епілептичні приступи. Друга база містить 8 записів нормальної активності головного мозку отриманих у відділенні функціональної діагностики Клініко-діагностичного центру Державної наукової установи «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» ДУС. Всього у зібраній базі 16 кейсів, кожен являє собою декілька записів у форматах .edf або .xlxs для кожного пацієнта. Всі записи розділені по 3 групах: норма, міжприступні ділянки та приступи.

Створення алгоритму було вирішено реалізувати у програмному середовищі MatLab, адже в ньому можливо здійснювати операції над матрицями даних великих розмірів [6].

III. Створення алгоритму обробки даних

Відповідно до поставленої мети, було складено алгоритм обробки первинного матеріалу, що містить у собі реалізацію таких пунктів: вейвлет-розклад сигналів по частотним ритмам на 4 рівні (дельта-ритм (0-4 Гц), тета-ритм (4-8 Гц), альфа-ритм (8-16 Гц) та бета ритм (16-31 Гц)) [7]; розрахунок біоелектричної активності по кожному ритму; групування отриманих значень для альфа+бета і тета+дельта ритмів; розрахунок процентних відношень для кожної групи ритмів відповідно до сумарної біоелектричної активності сигналів (рис. 2).

Виділення із сумарної ЕЕГ складових різних частотних діапазонів здійснено за допомогою вейвлет-розкладу [8]. Вейвлет-розкладання сигналу ЕЕГ на окремі діапазони дозволяє розглядати їх незалежно один від одного і дає можливість вивчати частотні та інші властивості кожної компоненти. В роботі використаний ортогональний вейвлет Мейєрадемеу, який має носій на проміжку [0,101] і центральну частоту $F_r = 0,6634$ Гц [9,10]. Вибір цього вейвлета зумовлений надійною локалізацією частотних спектрів компонентів сигналу. Отримані компоненти являють собою основні діапазони ритмів ЕЕГ (рис. 3).

Після видокремлення основних ритмів, розраховувалась біоелектрична активність кожного з них. Для цього було визначалися інтегра-

ли отриманих кривих на певному проміжку часу. Для розподілу ритмів ЕЕГ на швидкі і повільні альфа та бета і тета та дельта ритми були згруповані разом.

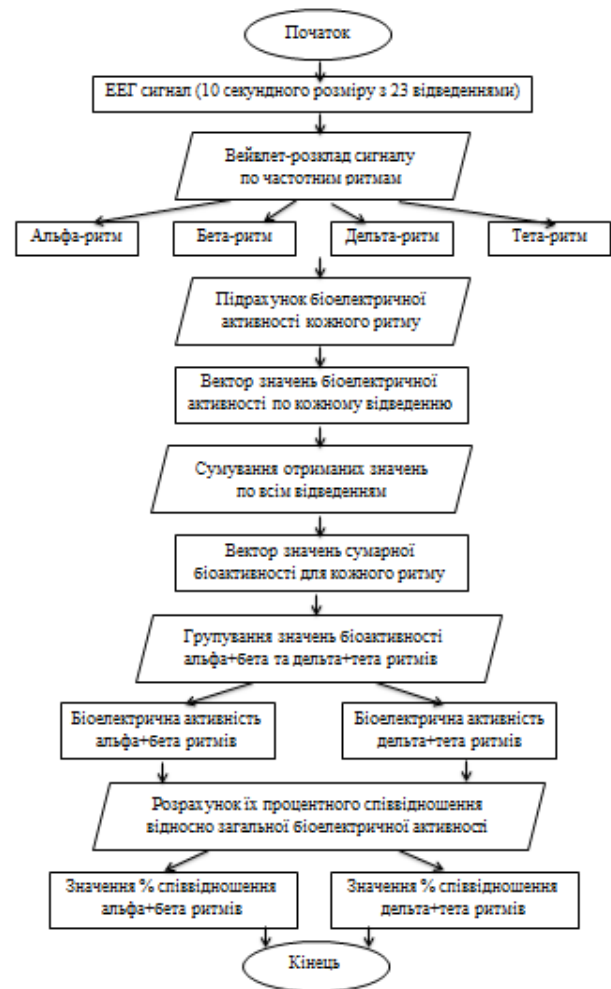


Рис. 2. Блок-схема розробленого алгоритму

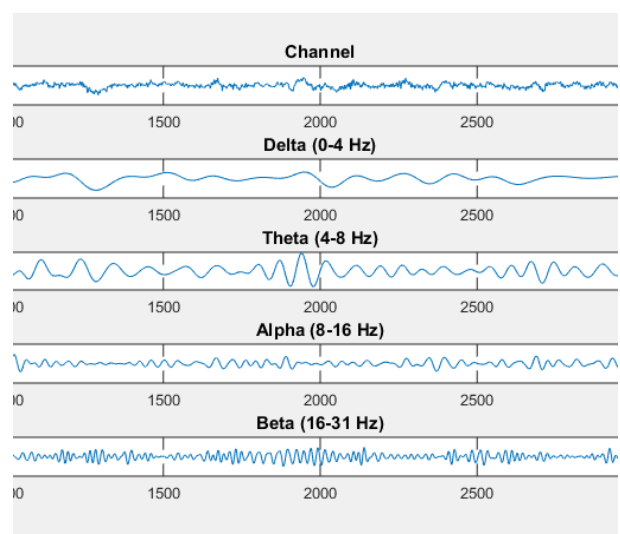


Рис. 3. Вигляд вікна вейвлет-розкладу сигналу ЕЕГ на частотні складові

Відсоткове значення біоелектричної активності кожної групи розраховувалось за стандартною математичною пропорцією до сумарної біоелектричної активності всіх ритмів, взятої за 100 %.

IV. Результати дослідження

Загалом опрацьовано 150 ділянок ЕЕГ тривалістю 10 секунд кожна: 50 – з нормальною активністю мозку, 50 – з наявним епілептичним нападом, 50 – ділянок між нападами у хворих на епілепсію. Отримано такі середні значення біоелектричної активності ритмів для нападу та міжприступного стану (Табл. 1).

Таблиця 3. Середні значення результатів програмної обробки 150 ділянок ЕЕГ за 3-ма групами

| Група | Біоелектрична активність ритмів | |
|------------|---------------------------------|--------------------|
| | Дельта+Тета ритм, % | Альфа+Бета ритм, % |
| Норма | 60,95 | 38,99 |
| Міжприступ | 57,00 | 43,44 |
| Приступ | 50,21 | 49,77 |

Порівняння результатів обробки записів ЕЕГ, зроблених під час нападів та при їх відсутності, дозволяє виявити помітні відмінності.

V. Висновки

Отримані дані вказують на істотне зростання активності delta+teta та відповідне зниження активності alfa+beta ритмів при наявності нападів епілепсії, в той час, як при нормальній

мозковій діяльності внесок швидких і повільних ритмів ЕЕГ у загальну біоелектричну активність майже однаковий. Ці результати дають підставу використовувати запропонований метод для автоматичної комп'ютерної детекції патологічної активності мозку і підвищення об'єктивності нейрофізіологічної діагностики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Temina P., Nikanorova M. (1999), Epilepsiya i sudorozhnyiesindromyi u detey [Epilepsyandconvulsivesyndromesin-children], Meditsina, Moscow, Russia.
- [2] Kramer G. (2009), "Diagnosis and treatment of epilepsies", 13th Congress of the European Federation of Neurological Societies, Teaching Course, vol. 8, pp. 1-21.
- [3] Megiddo I., Colson A., Chisholm D., Dua T., Nandi A., Laxminarayan R. (2016), "Health and economic benefits of public financing of epilepsytreatmentin India: An agent-basedsimulationmodel", OfficialJournaloftheInternationalLeague-AgainstEpilepsy.
- [4] Goldberger A. L., Amaral L., Glass L., Hausdorff J. M., Ivanov P. Ch., Mark R. G., Mietus J. E., Moody G. B., Peng C. K., Stanley H.E. (2000), PhysioBank, Physio Toolkit, and Physio Net: Componentsof a New Research Resource for Complex Physiologic Signals, availableat: <https://physionet.org/physiobank/database/chbmit/>(accessedJune 13, 2000).
- [5] Smolentsev N. K. (2013), Osnovy iteorii veyvletov. Veyvletyi v MATLAB [Fundamentals of the theory of wavelets. Waveletsin MATLAB], DMK Press, Moscow, Russia.
- [4] Goldberger A. L., Amaral L., Glass L., Hausdorff J.M., Ivanov A. Shueb, H. Edwards, J. Connolly, B. Bourgeois, S. Ted Treves, J. Guttag. Patient-Specific SeizureOnsetDetection. Epilepsy and Behavior. August 2004, 5(4): pp.483-498.
- [7] Krumholz A, etal. (2007). Practice parameter: Evaluating anaparentunprovoked firstseizureinadults (an evidence-based review): Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the American Epilepsy Society. Neurology, 69(21): 1996-2007.
- [8] V. Vorobyev, Theory and practice of wave lettrans for mation, Military University of Communication, 1999. - p. 204.
- [9] A. Shueb, J. Guttag. Application of Machine Learning to Epileptic Seizure Onset Detection. 27th International Conferenceon Machine Learning (ICML), June 21-24, 2010, Haifa, Israel.
- [10]A. Mecler, "Application of the apparatusofnonlinear analysis of dynamic systems for processing EEG", Actualproblems of modern mathematics: scientifcnotes, 2004, pp. 112-140.

СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАМ

Собко А. В., студент
annasobko123@gmail.com

Козяр В. В., доц., к.м.н.
kozyarvasiliy@gmail.com

Факультет биомедицинской инженерии
Национальный технический университет
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
г. Киев, Украина

Реферат — Метод электроэнцефалографии является ведущим в функциональной диагностике мозговой активности, однако, и он имеет свои недостатки в выявлении патологических сигналов. Именно поэтому, нами был предложен способ количественного анализа электроэнцефалографических данных, целью которого является повышение объективности диагностики заболеваний головного мозга, а именно - эпилепсии. Заболеваемость эпилепсией высока как в Украине, так и во всем мире в настоящее время. Любая дополнительная объективная оценка сигналов является залогом правильного диагностирования заболевания. В данной статье представлен созданный алгоритм оценки общей биоэлектрической активности мозга и его отдельных основных составляющих (альфа, бета, дельта и тета частотных ритмов). Осуществление поставленной задачи было решено реализовать в программной среде MatLab, поскольку в ней можно осуществлять операции над большими матрицами данных, каковыми есть электроэнцефалографические сигналы. Разделение по частотным ритмами осуществлено с помощью ортогонального вейвлета Мейера. Проведено исследование работы разработанного метода, который был применен для анализа исследовательской базы пациентов с нормальной активностью головного мозга и патологической (с диагнозом эпилепсии). Всего база данных включает 150 участков электроэнцефалограмм, которые собраны с 16 человек. Исследование проводилось по трем группам записей: участки с нормальной активностью мозга, с присутствующим эпилептическим приступом и участки активности мозга между двумя приступами у больных пациентов, по 50 участков для каждой группы. Проиллюстрированы средние значения выборок результатов программной обработки биоэлектрической активности электроэнцефалограмм по группам альфа с бета и дельта с тета частотными ритмами. Статистически достоверное различие биоэлектрической активности быстрых и медленных ритмов у больных и здоровых пациентов дает возможность автоматически различать патологию, а следовательно, повысить объективность в трактовке специалистами электроэнцефалографических сигналов.

Ключевые слова — электроэнцефалография, эпилепсия, биоэлектрическая активность, частотные ритм, MatLab, мозговая деятельность.

METHOD OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAM

Собко А. В., student.

annasobko123@gmail.com

Koyar V., Associate Professor, Ph.D.

kozyarvasiliy@gmail.com

Faculty of Biomedical Engineering

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Kyiv, Ukraine

Abstract. *Purpose.* Increasing the objectivity of diagnosing brain diseases in patients with epilepsy. *Relevance.* Today the visual method of evaluation of electroencephalograms is leading in the functional diagnosis of the state of the brain. However, the detection of pathological signals is roughly insufficient for the analysis of the information contained in the complex picture of the brain potentials. *Methodology.* We propose a method for processing electroencephalographic data, which is based on an algorithm for estimating the total bioelectric activity of the brain and the relation of brain's individual components (alpha, beta, delta and theta frequency rhythms). *Materials.* The study used 16 EEG records that were split into 150 sites of the same size. Each site belonged to a group of either a healthy, or sick, or intracurrent brain activity. The creation of the algorithm was decided to be implemented in the MatLab software environment, since it is possible to carry out operations on large data matrices. Selection from the total EEG constituents of different frequency ranges is carried out using the Meyer wavelet. The wavelet-decomposition of the EEG signal into separate ranges allows us to consider them independently of each other and enables us to study the frequency and other properties of each component. *Results.* We conducted a study of the work of the developed method for the analysis of the experimental basis of patients with normal brain activity and pathological (with the diagnosis of epilepsy). The study was conducted in three groups of records of electroencephalograms: sites with normal brain activity, with epileptic seizure present and areas of brain activity between two attacks in sick patients. *Originality.* This computer processing of electroencephalograms is oriented on the need to increase the objectivity of its evaluation by specialists, unlike most other new processing methods. *Practical value.* The statistically significant difference between the bioelectric activity of fast and slow rhythms in patients and healthy patients makes possible to automatically distinguish between pathology and, consequently, to increase objectivity in the treatment of electroencephalographic signals by specialists. *References* 10, table 1, figures 3.

Keywords — electroencephalography, epilepsy, bioelectric activity, frequency rhythms, MatLab, brain activity.