

О. Н. Романюк¹
С. В. Павлов¹
В. П. Майданюк¹
Н. В. Тітова²
С. О. Романюк²

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОГАРНІТУР ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ

¹Вінницький національний технічний університет

²Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація. В роботі розглянуто застосування ЕЕГ гарнітур для діагностування захворювань, показано переваги ЕЕГ гарнітур. Розвиток штучного інтелекту та вдосконалення нейрогарнітур значно підвищують точність і швидкість процесу діагностики.

Ключові слова: ЕЕГ гарнітура, нейрогарнітура, електроенцефалографія, штучний інтелект.

Нейрогарнітура (рис.1) дозволяє зчитувати електричні сигнали мозку людини з медичною точністю, для їх подальшого аналізу та тренінгу особистих здібностей. Використання нейрогарнітури [1-5] для діагностування захворювань є перспективним напрямком у медицині та нейротехнологіях, оскільки дозволяє проводити неінвазивний моніторинг мозкової активності та виявляти порушення на ранніх стадіях. Зазвичай такі пристрої використовують



Рис. 1. Вигляд нейрогарнітури

електроенцефалографію (ЕЕГ) або інші методи зчитування сигналів мозку, при цьому ЕЕГ-датчики реєструють електричну активність мозку, а отримані сигнали обробляються штучним інтелектом (ШІ).

Серед основних хвороб, які можна діагностувати за допомогою нейрогарнітури, виділяють неврологічні розлади, такі як епілепсія, де пристрій допомагає виявити судомну активність, хвороба Паркінсона, що характеризується моторними аномаліями, та хвороба Альцгеймера, яка супроводжується когнітивними порушеннями. Також можливе діагностування психічних захворювань, включаючи депресію та тривожні розлади, що

проявляються змінами в активності певних ділянок мозку, а також синдрому дефіциту уваги, де аналізуються патерни уваги та імпульсивності. Нейрогарнітура також корисна для виявлення судинних захворювань мозку, зокрема інсульту, що характеризується порушенням кровообігу, та мігрені, де аналізуються тригери головного болю. Додатково пристрої можуть використовуватися для аналізу фаз сну, виявлення розладів, таких як апное, та діагностики хронічної втоми.

Перевагами нейрогарнітури є її неінвазивність, що виключає необхідність операцій чи проколів, швидку діагностику, яка займає лише кілька хвилин, можливість моніторингу в домашніх умовах, а також персоналізований підхід завдяки адаптації алгоритмів до конкретного пацієнта. Перспективи розвитку цієї технології включають інтеграцію з телемедициною, що дозволить передавати дані лікарям у реальному часі, використання штучного інтелекту для підвищення точності діагностики та прогнозування хвороб, а також створення автономних нейрогарнітур, що будуть бездротовими та портативними для

персонального використання. Завдяки цьому нейрогарнітури можуть стати важливим інструментом у медицині, допомагаючи діагностувати захворювання на ранніх стадіях та покращувати якість життя пацієнтів.

Дослідники також активно працюють над інтеграцією нейрогарнітур із мобільними додатками та хмарними сервісами, що дозволить користувачам отримувати детальний аналіз мозкової активності в реальному часі та передавати результати лікарям для віддаленого моніторингу. Такі рішення особливо корисні для пацієнтів із хронічними неврологічними захворюваннями, які потребують регулярного контролю.

Штучний інтелект та машинне навчання відіграють важливу роль у вдосконаленні нейрогарнітур, адже вони допомагають розпізнавати складні патерни мозкової активності, що можуть бути невидимими для традиційних методів діагностики. Завдяки цьому можна досягти більшої персоналізації в аналізі стану пацієнтів, що дозволить прогнозувати ризики розвитку певних захворювань та рекомендувати індивідуальні профілактичні заходи. Крім того, розробники працюють над створенням мінімалістичних і комфортних нейрогарнітур, які можна буде носити протягом дня без дискомфорту. Це відкриває можливості для постійного моніторингу психоемоційного стану людини. У майбутньому нейрогарнітури можуть стати не лише інструментом діагностики, а й засобом терапії, наприклад, через стимуляцію певних ділянок мозку для покращення когнітивних здібностей, зменшення симптомів депресії або лікування посттравматичних розладів.

Аналіз мозкової активності за допомогою нейрогарнітури виконується у кілька етапів, починаючи з реєстрації сигналів, їхньої обробки, аналізу та візуалізації результатів. Спочатку нейрогарнітура зчитує електричні імпульси, що генеруються нейронами. Вона може використовувати сухі або гелеві електроди: перші не потребують спеціального гелю, але можуть давати слабший сигнал, тоді як другі забезпечують кращий контакт зі шкірою, проте вимагають підготовки перед використанням. Для отримання якісних даних користувач повинен перебувати у спокійному стані без зайвих рухів, оскільки м'язові скорочення та зовнішні електромагнітні перешкоди можуть впливати на точність запису.

Наступний етап – фільтрація та очищення сигналів. Вихідні дані містять багато шумів, які можуть виникати через моргання, рухи м'язів обличчя, електромагнітні завади або навіть серцеві імпульси. Тому застосовуються алгоритми цифрової обробки сигналів, такі як фільтрація високочастотних шумів, видалення артефактів руху та м'язової активності за допомогою алгоритмів, наприклад, незалежного компонентного аналізу, а також нормалізація та стандартизація сигналів для подальшої обробки.

Після фільтрації виконується аналіз патернів мозкової активності. Для цього використовуються різні методи, зокрема перетворення Фур'є, що дозволяє розкласти сигнал на частотні компоненти та виявити специфічні патерни, такі як альфа-, бета- або тета-ритми. Також застосовуються алгоритми машинного навчання та нейромережі, що тренуються на великих масивах даних для розпізнавання хворобливих станів та поведінкових особливостей. Крім того, проводиться крос-аналіз каналів, який дозволяє порівнювати активність різних зон мозку та виявляти асиметрії або аномальні патерни, що можуть вказувати на певні неврологічні або психічні порушення. Інтерпретація отриманих результатів здійснюється у вигляді графіків мозкової активності, теплових карт активності різних зон мозку або індексів когнітивного стану, що відображають рівень стресу, концентрації чи релаксації. На основі отриманих даних формується підсумковий звіт, і якщо виявлено аномалії, система може рекомендувати консультацію з лікарем, надавати персоналізовані рекомендації щодо корекції способу життя.

Розвиток штучного інтелекту та вдосконалення нейрогарнітур значно підвищують точність і швидкість цього процесу, відкриваючи нові можливості для ранньої діагностики захворювань та моніторингу стану здоров'я в реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, MIT Press, 2016, pp. 800.
2. M. A. Nielsen, *Neural Networks and Deep Learning*, Determination Press, 2015, pp. 296.
3. E. Alpaydin, *Introduction to Machine Learning*, 4th ed., MIT Press, 2020, pp. 640.
4. F. Chollet, *Deep Learning with Python*, 2nd ed., Manning Publications, 2021, pp. 384.
5. Geron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*, 2nd ed., O'Reilly Media, 2019, pp. 856.

Романюк Олександр Никифорович – доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rom8591@gmail.com.

Павлов Сергій Володимирович – доктор технічних наук, професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: psv@vntu.edu.ua.

Майданюк Володимир Павлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: maidaniuk2000@gmail.com.

Романюк Сергій Олександрович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри біомедичної інженерії, Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса.

Тітова Наталія Володимирівна – доктор технічних наук, професор кафедри біомедичної інженерії, Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса.

USING NEUROHEADSETS FOR DIAGNOSING DISEASES

Abstract. The paper discusses the use of EEG headsets for diagnosing diseases, shows the advantages of EEG headsets. The development of artificial intelligence and the improvement of neuroheadsets significantly increase the accuracy and speed of the diagnostic process.

Keywords: EEG headset, neuroheadset, electroencephalography, artificial intelligence.

Romanyuk Oleksandr Nikiforovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Software, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rom8591@gmail.com.

Pavlov Serhiy Volodymyrovych – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: psv@vntu.edu.ua.

Maidaniuk Volodymyr Pavlovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Software, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maidaniuk2000@gmail.com.

Romanyuk Serhiy Oleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Biomedical Engineering, Odessa Polytechnic National University, Odessa.

Titova Natalia Volodymyrivna – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Biomedical Engineering, Odessa Polytechnic National University, Odessa.