

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОГАРНІТУР У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено використання нейрогарнітур у навчальному процесі як сучасного технічного засобу збору та аналізу психофізіологічних показників здобувачів освіти. Розглянуто теоретичні засади функціонування неінвазивних нейрокомп'ютерних інтерфейсів, принципи зчитування та обробки електроенцефалографічних сигналів, а також можливості їх застосування в освітньому середовищі. Проаналізовано напрями використання нейрогарнітур для оцінювання рівня уваги, розумового навантаження, емоційного стану та працездатності учнів і студентів.

Ключові слова: нейрогарнітури, електроенцефалографія, навчальний процес, цифрові технології в освіті, когнітивна активність, концентрація уваги, розумове навантаження, біоелектрична активність мозку.

Abstract

The use of neuro-headsets in the educational process as a modern technical means of collecting and analyzing psychophysiological indicators of students is studied. The theoretical principles of the functioning of non-invasive neuro-computer interfaces, the principles of reading and processing electroencephalographic signals, as well as the possibilities of their application in the educational environment are considered. The directions of using neuro-headsets for assessing the level of attention, mental load, emotional state and working capacity of pupils and students are analyzed. The pedagogical, organizational and ethical aspects of introducing neuro-headsets in the education system are determined.

Keywords: neuroheadsets, electroencephalography, educational process, digital technologies in education, cognitive activity, concentration of attention, mental load, bioelectrical activity of the brain

Вступ

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням цифрових технологій, спрямованих на підвищення якості навчання та ефективності засвоєння навчального матеріалу. Особливого значення набувають технічні засоби, які дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про психофізіологічний стан здобувачів освіти без втручання в навчальний процес. До таких засобів належать нейрогарнітури, що забезпечують реєстрацію біоелектричної активності головного мозку та можуть використовуватися в освітніх цілях

Результати дослідження

Нейрогарнітури [1-10] базуються на неінвазивних методах електроенцефалографії, які не потребують хірургічного втручання та є безпечними для тривалого використання. Вони дозволяють фіксувати зміни електричної активності кори головного мозку, пов'язані з пізнавальною діяльністю, концентрацією уваги, втому та емоційними реакціями. У навчальному процесі така інформація має важливе значення для аналізу ефективності подання навчального матеріалу та визначення факторів, що впливають на успішність навчання [1, 2].



Рис. 1 Приклади нейрогарнітур

Теоретичні основи використання нейрогарнітур у навчанні ґрунтуються на положеннях нейрофізіології, когнітивної психології та теорії інформаційних систем. В [1-3] розглянуто принципи побудови нейрокомп'ютерних інтерфейсів, особливості зчитування EEG-сигналів і методи їх попередньої обробки з метою підвищення достовірності результатів. Отримані наукові результати можуть бути адаптовані для освітніх застосувань, зокрема для аналізу пізнавальної активності учнів і студентів.

Одним із напрямів використання нейрогарнітур у навчальному процесі є моніторинг рівня уваги під час занять. Відомо, що концентрація уваги є динамічним показником, який змінюється залежно від тривалості заняття, складності матеріалу, способу його подання та індивідуальних особливостей здобувачів освіти. Аналіз спектральних характеристик електроенцефалографічних сигналів дає змогу виявляти періоди зниження зосередженості та своєчасно коригувати організацію навчального процесу.

Крім того, нейрогарнітури можуть використовуватися для оцінювання розумового навантаження під час виконання навчальних завдань. Надмірне навантаження призводить до зниження ефективності засвоєння знань, тоді як недостатній рівень складності матеріалу може зменшувати навчальну мотивацію. Реєстрація змін у біоелектричній активності мозку дозволяє отримувати кількісні показники, які відображають ступінь напруженості пізнавальних процесів.

Важливим аспектом застосування нейрогарнітур є дослідження емоційного стану здобувачів освіти. Емоційні реакції безпосередньо впливають на запам'ятовування інформації, формування інтересу до навчальної дисципліни та загальне ставлення до навчання. Аналіз певних характеристик EEG-сигналів дає змогу опосередковано оцінювати рівень емоційного напруження або комфортності навчального середовища.

В роботах [2-10] демонструють можливості практичного використання нейрогарнітур у прикладних інформаційних технологіях, що є важливим підґрунтям для їх адаптації до освітніх потреб. Зокрема, розроблені методи фільтрації та аналізу біоелектричних сигналів дозволяють підвищити точність інтерпретації даних навіть за умов наявності зовнішніх завад, характерних для аудиторного середовища.

Особливого значення набуває використання нейрогарнітур у дистанційному та змішаному навчанні. За відсутності безпосереднього контакту між викладачем і студентом об'єктивні дані про рівень залученості до навчального процесу можуть стати додатковим інструментом педагогічного аналізу. У цьому випадку нейрогарнітури виконують функцію вимірювального засобу, що доповнює традиційні методи оцінювання.

Разом з тим упровадження нейрогарнітур у навчальний процес потребує врахування педагогічних і організаційних аспектів. Викладачі мають володіти базовими знаннями щодо принципів роботи таких пристроїв і можливостей інтерпретації отриманих даних. Крім того, необхідно розробляти методичні рекомендації щодо доцільності використання нейрогарнітур на різних етапах навчання та в різних дисциплінах.

Не менш важливими є етичні питання, пов'язані з використанням нейротехнологій в освіті. Дані про біоелектричну активність мозку належать до категорії чутливої інформації, тому їх збір і зберігання мають здійснюватися з дотриманням принципів конфіденційності та добровільності участі. Використання нейрогарнітур повинно бути прозорим і спрямованим виключно на підвищення якості навчального процесу.

Розглянемо реальні приклади використання нейрогарнітур у навчальному процесі пов'язані насамперед із експериментальними та прикладними дослідженнями в університетах, наукових лабораторіях і пілотних освітніх проєктах. Одним із найбільш поширених напрямів є застосування неінвазивних EEG-нейрогарнітур для дослідження уваги та залученості студентів під час аудиторних занять. У низці університетів Європи та США портативні нейрогарнітури використовувалися під час лекцій з природничих і технічних дисциплін для фіксації змін спектральних характеристик EEG-сигналів упродовж заняття. Отримані дані дозволяли визначати часові інтервали, коли рівень концентрації уваги знижувався, і зіставляти ці показники зі структурою подання навчального матеріалу, темпом викладу та використанням мультимедійних засобів. На основі таких спостережень викладачі коригували тривалість теоретичних блоків і включали інтерактивні елементи в моменти зниження когнітивної активності.

Іншим реальним прикладом є використання нейрогарнітур у лабораторних роботах з психології, педагогіки та інформаційних технологій. Студенти під час виконання навчальних завдань працюють

у нейрогарнітурах, що дає змогу на практиці вивчати вплив складності завдання на розумове навантаження. Наприклад, у курсах з програмування або інженерної графіки фіксувалися зміни в EEG-сигналах під час розв'язування задач різного рівня складності. Це дозволяло не лише аналізувати індивідуальні особливості навчальної діяльності, а й формувати більш обґрунтовані рекомендації щодо послідовності подання навчального матеріалу.

У сфері дистанційного навчання нейрогарнітури застосовувалися в експериментальних умовах для оцінювання рівня залученості студентів під час онлайн-курсів. У таких проєктах здобувачі освіти проходили окремі навчальні модулі, використовуючи портативні EEG-пристрої в домашніх умовах. Аналіз отриманих сигналів показував, що тривале сприйняття відеолекцій без активної взаємодії призводить до зниження показників уваги, тоді як інтерактивні елементи, тести та візуальні демонстрації сприяють її стабілізації. Ці результати використовувалися для вдосконалення структури дистанційних курсів і підвищення їх ефективності.

Практичне застосування нейрогарнітур також має місце у навчанні осіб з особливими освітніми потребами. У деяких освітніх і реабілітаційних центрах нейрогарнітури використовуються як допоміжний інструмент для оцінювання реакцій учнів із порушеннями мовлення або рухових функцій. Реєстрація біоелектричної активності мозку дозволяє викладачам і фахівцям з корекційної педагогіки отримувати додаткову інформацію про рівень сприйняття навчального матеріалу навіть у тих випадках, коли вербальний зворотний зв'язок обмежений.

Ще одним прикладом є використання нейрогарнітур у підготовці фахівців складних технічних професій, зокрема в інженерній та медичній освіті. Під час симуляційних тренувань, наприклад у віртуальних лабораторіях або тренажерах, EEG-дані застосовувалися для оцінювання рівня стресу та когнітивного навантаження студентів. Це давало змогу адаптувати складність сценаріїв навчання до поточного стану здобувача освіти та запобігати перевантаженню.

Ці приклади використання нейрогарнітур у навчальному процесі свідчать про їхню практичну доцільність як інструменту педагогічного аналізу. Нейрогарнітури не замінюють традиційні методи навчання, але доповнюють їх об'єктивними психофізіологічними даними, що відкриває нові можливості для індивідуалізації навчання, підвищення його ефективності та наукового обґрунтування педагогічних рішень.

Висновки

Отже, нейрогарнітури є перспективним технічним засобом підтримки навчального процесу, що дозволяє розширити можливості педагогічного аналізу та глибше дослідити пізнавальні процеси здобувачів освіти. Подальші дослідження у цьому напрямі мають бути спрямовані на експериментальне підтвердження ефективності використання нейрогарнітур у різних освітніх контекстах, а також на розробку нормативно-методичного забезпечення їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ding, Y., Ma, X., Zhang, P., Tang, Y., Zhao, Z., Chen, D., Wu, D. & Tang, Z. Neural decoding for EEG-BCI: from conventional machine learning to deep learning models. *Heliyon: Emerging Health Threats Journal*, 2026. DOI:10.1016/j.hest.2026.01.002.
2. Liu, X.-Y., Wang, W.-L., Liu, M., Chen, M.-Y., Pereira, T., Doda, D. Y., Ke, Y.-F., Wang, S.-Y., Wen, Recent applications of EEG-based brain-computer-interface in the medical field, *Military Medical Research*, vol. 12, art. 14, 2025. DOI:10.1186/s40779-025-00598-z.
3. Hsieh, J.-C., Alawieh, H., del R. Millán, J., & Wang, H. The evolving landscape of non-invasive EEG-brain-computer interfaces: current trends and future perspectives, *Device*, 2024. DOI:10.1016/j.device.2024.100647.
4. С. Романюк, С. Павлов, О. Романюк, Н. Тітова, і С. Котлик. Технології використання нейрогарнітур для протезування кінцівок», *Опт-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 50, вип. 2, с. 150–161, Січ 2026.
5. Романюк О. Н., Романюк О. В., Бабій Б. В., Майданюк В. П., Котлик С. В. Ігрові механіки з використанням нейрогарнітур. Матеріали конференції «Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2025». Одеса, 2025. С. 377-378.
6. Романюк О. Н., Павлов С. В. Розробки імплантованих нейроінтерфейсів. Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку

- машинобудування та транспорту. – 2025»: Збірник тез. [Електронне видання] – Вінниця: ВНТУ. – 2025.- С. 403-405
7. Романюк О. Н., Павлов С. В., Майданюк В. П., Тітова Н. В., Романюк С. О. Використання нейрогартітур для діагностування захворювань. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції з оптико-електронних інформаційних технологій "ФОТОНІКА – ODS 2025", Вінниця, 3 с. 2025.
 8. Майданюк В. П., Романюк О. Н. Неінвазивний нейроінтерфейс Користувач-Комп'ютер. Матеріали LIII Всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2024), м. Вінниця, 24—27 бер. 2025 р.
 9. Доценко Д. В., Романюк О. Н., Котлик С.В., Чехмиструк Р.Ю., Майданюк В.П. Використання нейронних мереж для аналізу складності ігрових ситуацій у комп'ютерних іграх. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ», 20 – 21 листопада, 2023. Суми/Вінниця. – С. 98–100.
 10. Романюк О. Н., Тітова Н. В. Романюк С. О. Використання нейрогартітур для комп'ютерного діагностування захворювань. Автоматизація та біомедичні і комп'ютерні технології: тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції. (Дніпро, 26 березня 2025 р.) / ДВНЗ «ПДТУ».– Дніпро: ПДТУ, 2025.– С.186-189.

Романюк Олександр Никифорович— д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, e-mail: rom8591@gmail.com.

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

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

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