

УДК 37.012.7

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

М. Г. Тарасян, кафедра «Управление персоналом и социология»  
Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Компьютерные технологии наиболее активно внедряются в сфере образования. Особый интерес вызывает возможность применения нейрокомпьютерных интерфейсов в учебном процессе [1, 7–10]. В основе процесса обучения лежат нейрокогнитивные процессы: внимание, память, мышление, восприятие и т.д. По сути, именно эти процессы отвечают за эффективность учебной деятельности. Таким образом, получив возможность управления ими, мы получаем в руки инструмент, дающий возможность повысить эффективность образовательного процесса и вывести его на новый уровень.

Нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ) – это технологии, направленные на усовершенствование взаимодействия человека с электронными устройствами. Можно сказать, что это некий симбиоз человека и компьютера, позволяющий усилить или заместить некоторые функции мозга или нервной системы человека. Схема действия НКИ: нейроны реагируют на внешние стимулы, возбуждаются, в них возникают электрические импульсы, нейроинтерфейс их улавливает и кодирует сигнал. Выделяют однонаправленные интерфейсы, внешние устройства которых могут принимать или посылать сигналы от мозга, и двунаправленные, которые позволяют мозгу и внешним устройствам обмениваться информацией в обоих направлениях.

Разработка НКИ базируется на учении И.П. Павлова об условных рефлексах и регулирующей роли коры головного мозга, а также П.К. Анохина о принципе обратной связи в его теории функциональных систем [5].

НКИ изначально создавались для помощи людям с ограниченными возможностями, реабилитации после мозговых катастроф. К первым исследованиям нейрокомпьютерного интерфейса можно отнести исследования, которые проводились в 1970-х гг. в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе (UCLA). В итоге, после многочисленных экспериментов на животных, к середине 90-х гг. были получены первые успешные результаты на людях; в организм человека были имплантированы устройства (чипы), позволяющие частично восстановить утраченные функции – слух, зрение, движение конечностей. И уже сотни тысяч человек по всему миру успешно пользуются нейропротезами для восстановления функций зрения, слуха, движения. Постепенно успешное применение НКИ в области медицины привело к тому, что эти технологии стали распространяться на другие сферы жизни – индустрии игр и развлечений, образования, сфере безопасности и т.д.

Современные НКИ отличаются от нейропротезов тем, что нейропротезы соединяют части нервной системы (нейроны) с имплантированным устройством, а НКИ соединяет мозг с компьютерной системой. Существует также такое понятие, как «экзокортекс», фактически это внешняя система обработки и хранения информации, к ней, например, можно отнести телефоны, компьютеры, поисковые системы.

Как можно соединить мозг и компьютер? Интерфейсы «мозг – компьютер» могут быть реализованы как инвазивным (имплантация электродов в кору головного мозга), так и неинвазивным методом.

Неинвазивно можно снимать сигналы, например, при помощи магнитно-резонансной томографии (МРТ) [4]. Но это очень дорого и приборы слишком громоздкие. Наиболее безопасный, эргономичный и доступный метод основан на использовании электроэнцефалографии (ЭЭГ)

[2, 3, 10]. Сигналы здесь считываются с помощью электродов, расположенных в разных частях на поверхности головы. Полученные сигналы обрабатываются методами машинного обучения, используются методы обработки больших данных. Далее полученная и обработанная информация поступает пользователю в доступном виде. Если результат выдается непосредственно испытуемому, то в работу включается так называемая биологическая обратная связь (БОС), т.е. включается дополнительный канал информации о физиологическом состоянии организма, что дает возможность его контролировать [6].

Так, например, существуют компьютерные игры на основе БОС, которые позволяют управлять вниманием [4]. Пример игры: на экране компьютера изображена бочка с порохом, человеку нужно поймать у себя такое состояние концентрации внимания, при котором бочка взрывается. Как это работает? Когда человек концентрируется, у него изменяются мозговые волны (меняется энцефалограмма), прибор это считывает и при определенных параметрах запускает взрыв на экране. Изначально это сделать достаточно тяжело. Постепенно, с помощью тренировки, человек учится контролировать физиологическое состояние концентрации и вызывать его с помощью волевых усилий – бочка взрывается. Следующий пример: программа, позволяющая научиться удерживать внимание на объекте длительное время. Клиент смотрит фильм (любой), как только он отвлекается, фильм выключается, чтобы его запустить снова, требуется снова сосредоточить внимание. Таким образом, человек учится управлять своим вниманием. Внимание – это базовый психический процесс, который включен во все остальные психические процессы и обеспечивает их функционирование. Научив обучающихся с помощью БОС-технологий контролировать внимание, мы уже значительно повысим эффективность учебной деятельности. Подобные программы разработаны и для других когнитивных психических процессов. БОС-технологии также позволяют обучиться самоконтролю (сознательному контролю своей деятельности с целью мониторинга ошибок), контролю эмоциональных состояний, повысить стрессоустойчивость. Это способствует развитию навыков саморегуляции и рефлексии в целом, что позволяет быть более эффективным в любой деятельности. Таким образом, проводя со студентами тренинги с использованием БОС-технологий, мы имеем возможность повлиять на показатели учебной деятельности студентов.

Кроме того, если внедрить нейрокомпьютерные технологии в учебный процесс, то здесь открывается возможность как для студента, так и для преподавателя контролировать и корректировать свою деятельность. Отслеживание показателей внимания, утомления и т.д. у учебной группы во время обучения дает возможность преподавателю скорректировать учебный процесс, например, сделав паузу, усложнить задание или переключить внимание [7]. Также НКИ позволяют обучающимся с особенностями здоровья обучаться более эффективно. Так, для слабовидящих и слабослышащих студентов разработаны вибротактильные НКИ и бесконтактные ультразвуковые тактильные дисплеи. Перспективно применение НКИ для социализации обучающихся с расстройством аутистического спектра, а также саморегуляции внимания студентов с СДВГ.

Приведем примеры нейрокомпьютерных интерфейсов.

Neurable разработали наушники Enten, в амбушюры которых встроены небольшие электроды. С помощью этих электродов фиксируется активность нейронов. Программа собирает данные, анализирует и расшифровывает. Используется для рекомендаций в повседневной жизни на основе искусственного интеллекта. NeuroSky выпускает мобильные ЭЭГ-гарнитуры MindWave для анализа активности мозга. Используется для игр или управления героями интерактивных фильмов. Канадская InteraXon выпустила Muse – мобильную ЭЭГ-гарнитуру с четырьмя электродами. Гарнитура помогает улучшить концентрацию и медитировать, преобразуя сигналы мозга в звуки. Российская система «НейроЧат» позволяет людям с ограниченными возможностями с помощью мысленных команд набирать текст на клавиатуре компьютера без помощи голоса и руки. Российская компания «Нейроботикс» разработала мобильную 6-8-канальную ЭЭГ-гарнитуру Neuroplay с полным программным обеспечением. Диапазон возможностей огромный. В целом можно сказать, что в настоящее время рынок компьютерных нейроинтерфейсов активно развивается как в нашей стране, так и за рубежом. В будущем можно прогнозировать активный рост производства подобных товаров в связи с их востребованностью и эффективностью.

Кроме того, интересно рассмотреть возможности применения НКИ при обучении студентов направления подготовки «мехатроника и роботехника». На наш взгляд, применение НКИ позволит студентам расширить практические навыки и глубже освоить будущую профессиональную деятельность. НКИ можно использовать при проектировании мобильных роботов, дронов, управляемых практически силой мысли. Также интересно использование НКИ для разработки биопротезов, различных роботизированных систем для людей с особыми потребностями.

Таким образом, применение нейрокомпьютерных интерфейсов в обучении очень перспективно как для повышения эффективности образовательного процесса, формирования индивидуальной образовательной траектории, так и для формирования практических профессиональных навыков у студентов технических специальностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Fontanillo Lopez C. A., Li G., Zhang D. Beyond Technologies of Electroencephalography-Based Brain-Computer Interfaces: A Systematic Review From Commercial and Ethical Aspects // *Frontiers in Neuroscience*. 2020. Vol. 14. P. 1–23.
2. Gao S., Wang Y., Gao X., Hong B. Visual and auditory brain-computer interfaces // *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2014. Vol. 61 (5). P. 1436–1447.
3. Wang Y. T., Wang Y., Jung T. P. A cell-phone-based brain-computer interface for communication in daily life // *Journal of Neural Engineering*. 2011. Vol. 8 (2). P. 1–5.
4. Александрова Л. Д., Богачева Р. А., Чекалина Т. А., Максимова М. В., Тимонина В. И. Нейротехнологии как фактор трансформации образовательного процесса. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrotehnologii-kak-faktor-transformatsii-obrazovatel'nogo-protsessa> (дата обращения: 24.11.2023).
5. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1974. – 446 с.
6. Астахова А. И., Кицина Т. А. БОС тренинг как инструмент терапевтического контакта. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bos-trening-kak-instrument-terapevticheskogo-kontakta> (дата обращения: 24.11.2023).
7. Гнедых Д. С. Тенденции и перспективы использования нейрокомпьютерных интерфейсов в образовании. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-i-perspektivy-ispolzovaniya-neurokompyuternyh-interfeysov-v-obrazovanii> (дата обращения: 24.11.2023).
8. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э. Контуры реализации нейротехнологий в образовании. URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/95459/1/978-5-7996-3178-9\\_2021\\_015.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/95459/1/978-5-7996-3178-9_2021_015.pdf) (дата обращения: 24.11.2022).
9. Костромина С. Н., Гнедых Д. С. Нейронаука в системе профессионального образования // *Профессиональное образование и рынок труда*. – 2021. – № 4. – С. 8–29.
10. Максимова М. В., Этуев Х. Х. Опыт применения ЭЭГ в образовании: анализ зарубежных исследований // *Отечественная и зарубежная педагогика*. – 2023. – Т. 1, № 2 (91). – С. 169–185.