

# НЕИНВАЗИВНЫЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ТЕХНОЛОГИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ

*Рассматривается применение неинвазивных нейрокомпьютерных систем как технологии реабилитации после перенесенного инсульта или травм конечностей.*

## I. ВВЕДЕНИЕ

Современные реабилитационные методы включают в себя использование нейрокомпьютерных систем (систем мозг-компьютер, нейроинтерфейсов) как на основе только ЭЭГ [1], так и смешанных вариаций – ЭЭГ и ЭМГ [2], ЭЭГ и VR [3], ЭЭГ и визуальные интерфейсы [4] и др.

## II. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

Реабилитационные технологии, основанные на использовании нейрокомпьютерных систем часто узкоспециализированы и однозадачны. Такая специфика обусловлена сложностью разработки универсальной реабилитационной технологии, которая требует предельно корректного считывания и обработки импульсов регистрируемой мозговой деятельности.

К примеру, в исследовании Т. Karascony, J.P. Hansen, H.K. Inversen, S. Puthusserypady [3] используется тонкая настройка параметров при помощи классификации, основанной на глубоком обучении, и ответа в игровом VR-интерфейсе, для восстановления моторных образов после инсульта (Рис.1).



Рис.1 – VR игра: руки "парят" в позиции, близкой к естественной, позволяя мозгу заполнить пустое расстояние между руками и торсом. Цель игры - ловить падающие фрукты и отталкивать падающие мячи.

Исследование А. Chiedhury, Н. Raza, А. Dutta, G. Prasad [2] использует более традици-

онный подход, совмещая ЭЭГ и ЭМГ, для корректного контролирования экзоскелета одной из кистей рук. Результаты их работы показали, что использование совмещенной системы ЭЭГ–ЭМГ показывает точность около 90%, в то время как использование только ЭЭГ – около 79%.

Система «НейроЧат», созданная российскими исследователями, помимо ЭЭГ использует модуль визуальной стимульной среды [4] для обеспечения коммуникации реабилитируемых больных. Управление в данной системе осуществляется при помощи фокусировки взгляда на одном из элементов управления в модуле визуальной стимульной среды.

## III. ВЫВОДЫ

Согласно статистике ACM Digital Library [5] интерес к технологиям реабилитации на основе нейроинтерфейсов начал расти в 2005–2006 году. На данный момент исследователями предложены различные вариации нейроинтерфейсных систем для реабилитации после инсультов или травм конечностей.

1. Программа XI Международного конгресса «Нейрореабилитация 2019» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://fnkcr.ru/prm-journal/wp-content/uploads/2019/10/prog.pdf>. – Date of access : 23.01.2020.
2. A. Chiedhury, H. Raza, A. Dutta, G. Prasad EEG-EMG based Hybrid Brain Computer Interface for Triggering Hand Exoskeleton for Neuro-Rehabilitation, AIR '17: Proceedings of the Advances in Robotics June 2017 Article No.: 45 Pages 1–6.
3. T. Karascony, J.P. Hansen, H.K. Inversen, S. Puthusserypady Brain Computer Interface for Neuro-rehabilitation With Deep Learning Classification and Virtual Reality Feedback, AH2019: Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019 March 2019 Article No.: 22 Pages 1–8
4. Патент «Нейрокомпьютерная система для выбора команд на основе регистрации мозговой активности» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://findpatent.ru/patent/262/2627075.html>. – Date of access : 13.02.2020.
5. ACM Digital Library [Electronic resource] – Mode of access : <https://dl.acm.org/>. – Date of access : 15.02.2020.

*Кривальцевич Елена Викторовна, аспирант-соискатель, кафедра информационных технологий автоматизированных систем, БГУИР, elena.krivaltsevich@gmail.com.*

*Научный руководитель: Навроцкий Анатолий Александрович, заведующий кафедрой информационных технологий автоматизированных систем, кандидат физико-математических наук, доцент, navrotsky@bsuir.by.*