

УДК 004.89

## АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ВО ВРЕМЯ МУЗЫКАЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Нагоев А.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Русак А.В. (ИТМО)

**Введение.** Недавние исследования выявили, что во вторичной слуховой коре присутствуют нейронные популяции, которые демонстрируют избирательную реакцию на музыкальные стимулы. Это указывает на их важность в музыкальном восприятии [1]. В работе [2] приводится информация о том, что нейронные реакции на речь и музыку, зарегистрированные с помощью ЭЭГ, оказываются более выраженными, чем на другие природные звуки. Существуют исследования, в которых классифицируются ЭЭГ-сигналы, вызванные разными нотами [3], природные звуки, звуковые стимулы (речь и музыка) [2]. Классификация музыкальных стимулов может оказаться полезным в нейрореабилитации. Одним из видов реабилитации при повреждении центральной или периферической нервной системы, головного мозга является слуховая стимуляция. Использование нейросетей, определяющих стимулы на основе активности мозга, позволит более объективно фиксировать этапы восстановления пациентов.

**Основная часть.** Для решения данной задачи используется набор данных, собранный для анализа восприятия музыки у музыкантов и нем музыкантов [4]. Группу музыкантов составляют участники эксперимента с профессиональным музыкальным опытом не менее 10 лет, в то время как нем музыканты – люди, чья профессиональная деятельность не связана с музыкой. Исходя из того, что подавляющее большинство населения относится к группе нем музыкантов, анализируются соответствующие данные.

Записи фильтруются, чтобы избавиться от шумов и неинформативных частот, затем отбираются необходимые каналы, чтобы применить к ним разные методы уменьшения размерности данных и извлечения признаков. В данной работе в качестве методов используются:

- скользящие окна, агрегирующие данные по 0.5 и 0.3 секундам,
- частотное (БПФ) преобразование,
- временно-частотное (вейвлет) преобразование,
- метод главных компонент,
- добавление структуры стимула (метки с моментами начала нот) к данным ЭЭГ.

Так как ЭЭГ-сигналы представляют собой временные ряды, где каждый электрод записывает электрическую активность мозга в разные моменты времени, то подходящим для анализа данных видом нейронных сетей является рекуррентная с долгой краткосрочной памятью (LSTM и Vi-LSTM).

При обучении моделей проводится гиперпараметрическая оптимизация с помощью библиотеки Optuna, которая автоматически их подбирает. Точность на тестовом наборе данных (accuracy) является основной метрикой, которая используется для проверки качества модели. Оптимизация направлена на максимизацию данной метрики. Также используется ранняя остановка обучения при отсутствии уменьшения валидационной потери, что помогает предотвратить переобучение модели.

Использование разного количества стимулов для обучения и тестирования моделей показывает, что при многоклассовой классификации более высокие результаты получаются с использованием 3 стимулов.

**Выводы.** Проведен анализ мозговой активности, полученной с помощью ЭЭГ во время восприятия музыкальных стимулов. Обучена нейронная сеть, классифицирующая композиции по сигналам ЭЭГ.

## **Список использованных источников:**

1. Norman-Haignere SV, Feather J, Boebinger D, Brunner P, Ritaccio A, McDermott JH, Schalk G, Kanwisher N. Intracranial recordings from human auditory cortex reveal a neural population selective for musical song (Preprint). bioRxiv 696161, 2020. <https://doi.org/10.1101/696161>.
2. Zuk NJ, Teoh ES, Lalor EC. EEG-based classification of natural sounds reveals specialized responses to speech and music. NeuroImage 210: 116558, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116558>.
3. Tsekoura K, Foka A. Classification of eeg signals produced by musical notes as stimuli. Expert Syst Appl. 2020;159: 113507. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113507>.
4. Di Liberto, G. M., Pelofi, C., Bianco, R., Patel, P., Menhta, A. D., Herrero, J. L., et al. (2020). Cortical encoding of melodic expectations in human temporal cortex. eLife 9:e51784. <https://doi.org/10.7554/eLife.51784>.