

УДК 001.891.53

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОГНИТИВНОГО УТОМЛЕНИЯ НА РАННИХ СТАДИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Бенхалди Абдельазиз (ИТМО)

Научный руководитель – Билый Андрей Михайлович, Доцент, Доктор медицинских наук, Университет ИТМО, Доцент (квалификационная категория "ординарный доцент"), факультет программной инженерии и компьютерной техники

Введение. Снижение когнитивных способностей из-за переутомления может привести к серьезным последствиям, именно в областях как здравоохранение, авиация и службы экстренной помощи. Изучение когнитивного утомления (КУ) и разработка надежных методов его выявления особенно актуально, поскольку игнорирование этой проблемы может привести к серьезным последствиям. Это исследование направлено на выявление объективных биомаркеров КУ с помощью физиологических показателей, таких как ритмы электроэнцефалографии (ЭЭГ) и вариабельность сердечного ритма (ВСР), и разработку прогностических алгоритмов для раннего предупреждения. Кроме того, на возникновение утомления влияет индивидуальный тип темперамента [1]: люди с более высокой выносливостью нервной системы (например, холерики) проявляют большую устойчивость к утомлению, чем люди с более слабой выносливостью нервной системы (например, меланхолики). Понимание этих различий поможет создать индивидуальные модели прогнозирования утомления.

Основная часть. Реализация данного подхода будет состоять из трех этапов:

- 1) Сбор данных. Специальная платформа 'ЭСКАЛ-оценка личности' будет использоваться для оценки типа темперамента каждого участника, что позволит получить ценную информацию об индивидуальных различиях в наступлении утомления [2]. У участников, выполняющих когнитивные задачи, будут собраны данные об ЭЭГ и ВСР. Специально разработанная игра будет служить стимулом для усталости, имитируя реальные когнитивные нагрузки. BioRadio будет использоваться для сбора данных, чтобы обеспечить высокоточную регистрацию физиологических сигналов.
- 2) Обработка и анализ данных. Сигналы ЭЭГ будут предварительно обработаны для устранения аномалий и разложены на частотные составляющие с использованием преобразования Фурье. Ожидается, что усталость коррелирует с увеличением тета-мощности и снижением альфа-активности [3]. Анализ ВСР будет сосредоточен на таких показателях, как снижение рNN50 и RMSSD, а также увеличение SDNN, которые отражают изменения в вегетативной нервной системе [4]. Наступление утомления будет определено путем сравнения этих физиологических показателей с производительностью участников в игре.
- 3) Разработка модели машинного обучения. Методы машинного обучения, включая случайный лес, методы опорных векторов, нейронные сети и т.д., будут протестированы и использованы для прогнозирования наступления усталости на основе характеристик ЭЭГ и ВСР. В отличие от обычных систем обнаружения переутомления, которые указывают на утомление после того, как оно уже произошло, этот подход нацелен на распознавание ранних физиологических изменений, что позволяет осуществлять превентивное вмешательство до снижения когнитивных способностей. Также будет проанализировано влияние типа темперамента на характер утомления для повышения адаптивности модели.

Выводы. Проведены сбор, обработка и анализ данных, подтвердили, что ЭЭГ и ВСР имеют решающее значение для точного прогнозирования КУ, что согласуется с существующей литературой. Следующий шаг включает в себя создание и тестирование моделей машинного обучения для улучшения раннего прогнозирования. Мы ожидаем достижения высокой точности прогнозирования, примерно в 75-85%. Кроме того, включение

типов темперамента оказалось важным для совершенствования модели, что позволило ей различать людей с различным уровнем выносливости нервной системы и восприятия утомления. Такой индивидуальный подход повышает адаптивность и эффективность системы в реальных условиях.

Список использованных источников:

1. Билый А. М., Баранов И. В., Сардаров Д. Д., Баранов Я. В., Рыжиков М. А., Настаев Р. В., Жижин В. В. РАЗНИЦА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ У ЛИЦ РАЗЛИЧНОГО ТЕМПЕРАМЕНТА В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2024. Т. № 2. С. 68-72. <https://kremlin-medicine.ru/index.php/km/article/view/1807>

2. Билый А.М. Сохранение здоровья и профессионального здоровья: дисс. ... доктора мед. наук: 19.00.02. - Военно-медицинская академия, Санкт-Петербург, 2020 - 231 с. Режим доступа: <https://vmeda.mil.ru/Nauka/ds/D215.002.03/item/249569/>

3. Wolfgang Klimesch, EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Research Reviews. 1999. doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3)

4. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. Front Public Health. 2017 Sep 28;5:258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258. PMID: 29034226; PMCID: PMC5624990. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5624990/>