

**ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА  
В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ**

**Крицин Д.Д.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – Русак А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

[dd@krit-sin.ru](mailto:dd@krit-sin.ru)

**Введение**

Одной из наиболее актуальных проблем является хронический стресс, который негативно сказывается на различных аспектах жизни и требует своевременного выявления для профилактики тревожных расстройств и сердечно-сосудистых заболеваний. Современные носимые устройства предоставляют широкий спектр биометрических данных, позволяющих оценивать психофизиологическое состояние человека в реальном времени. Однако сложность решения рассматриваемой проблемы заключается в том, что доступные физиологические сигналы (пульс, вариабельность сердечного ритма, двигательная активность) являются лишь косвенными индикаторами и подвержены влиянию внешних факторов. Таким образом, целью работы является разработка программного средства для непрерывного мониторинга стрессовых состояний с использованием носимой электроники и алгоритмов машинного обучения.

**Основная часть**

Разработана система Emotion Diary, в которой устройством для сбора данных выступает Apple Watch, а вычислительная обработка производится на iPhone с использованием платформы Apple HealthKit и фреймворка Core ML.

Система собирает данные о частоте сердечных сокращений (ЧСС), вариабельности сердечного ритма (BCP) и физической активности. Процесс анализа включает предобработку сигналов, фильтрацию артефактов и сглаживание, после чего данные разбиваются на скользящие окна по 60 секунд. Для классификации эмоционального состояния используется алгоритм градиентного бустинга XGBoost, оптимизированный для работы на мобильном устройстве. В ходе разработки многоклассовая задача была сведена к бинарной классификации («стресс»/«не стресс»), опирающейся на 4 ключевых признака вариабельности сердечного ритма: mean\_HR, SDNN, RMSSD и pNN50.

Для повышения точности в систему интегрирован модуль персонализации, который осуществляет сбор базовых показателей пользователя и дообучение модели (transfer learning) на индивидуальных данных.

**Выводы**

В ходе исследования было подтверждено, что носимые устройства в сочетании с алгоритмами машинного обучения способны эффективно определять стресс пользователя в режиме реального времени. Тестирование на лабораторном датасете WESAD показало точность базовой модели около 82%. На полевых записях в условиях реального использования применение методологии поэтапной персонализации позволило значительно повысить точность: после индивидуальной адаптации средняя точность распознавания стрессовых состояний выросла до 87–90%. Упрощение модели до бинарной классификации и использование ограниченного набора признаков (показателей ЧСС и BCP) оказалось оптимальным решением для запуска на массовых потребительских устройствах. Полученные результаты открывают широкие возможности для применения прототипа Emotion Diary в сфере цифрового здоровья и самоконтроля.

**Литература**

1. Лазаров Е., Екзарх Т. П. Прогнозирование уровня стресса с использованием физиологических данных: модели прогнозирования стресса в реальном времени на основе носимых устройств // AIMS Neuroscience. – 2024. – Т. 11, № 2. – С. 76-102.
2. Shu L. и др. Обзор распознавания эмоций с использованием физиологических сигналов // Sensors. – 2018. – Т. 18, № 7. – Ст. 2074.
3. Pingee A. и др. Обнаружение и мониторинг стресса с использованием носимых устройств // Frontiers in Computer Science. – 2024. – Т. 6.
4. Shaffer F., Ginsberg J. P. Обзор метрик variability сердечного ритма и норм // Frontiers in Public Health. – 2017. – Т. 5