

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.8

Радченко  
Анастасия Дмитриевна

Модели и средства анализа и мониторинга эмоционального состояния  
пользователя

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра наук  
по специальности 7.06.0611.03 - искусственный интеллект

Научный руководитель  
Захаров В. В.  
кандидат технических наук, доцент

Минск 2025

## **Краткое введение**

В условиях роста распространённости тревожных расстройств особую актуальность приобретает задача разработки интеллектуальных систем, способных к раннему прогнозированию панических атак. Современные технологии машинного обучения, в том числе методы компьютерного зрения и обработка биометрических данных, открывают новые перспективы для создания персонализированных решений в области мониторинга психоэмоционального состояния.

Традиционные подходы к диагностике панических атак, основанные на самоотчётах и клинических опросниках, недостаточно эффективны в реальных условиях повседневной активности. Это требует разработки автономных систем, способных в реальном времени анализировать как физиологические параметры, так и внешние триггерные факторы, потенциально провоцирующие приступы.

В настоящей работе предложена модель прогнозирования панических атак, использующая комбинацию данных о частоте сердечных сокращений, получаемых с носимых устройств, и информации о визуальных триггерах, детектируемых средствами компьютерного зрения. В качестве алгоритмической основы выбрана модель случайного леса, как обладающая высокой устойчивостью к шуму и переобучению, при сохранении вычислительной эффективности. Реализованная система прошла экспериментальную проверку, продемонстрировав перспективность выбранного подхода для применения в мобильных и встраиваемых решениях поддержки пользователей с тревожными расстройствами.

## **Общая характеристика работы**

### **Цель и задачи проводимых исследований**

Целью диссертационной работы является разработка математической модели прогнозирования панических атак на основе анализа физиологических данных пользователя и информации о визуальных триггерах с применением модели случайного леса и алгоритмов компьютерного зрения и её программная реализация.

Указанная цель определяет следующие задачи исследования:

- 1 Провести анализ современных методов диагностики и прогнозирования панических атак;

- 2 Изучить существующие архитектуры моделей компьютерного зрения и выбрать наиболее подходящую для работы в режиме реального времени;
- 3 Проанализировать точность измерения физиологических данных с использованием носимых устройств;
- 4 Разработать методы мониторинга изменений пульса в реальном времени;
- 5 Построить классификационную модель на основе алгоритма случайного леса для прогнозирования панических атак;
- 6 Провести экспериментальную проверку работоспособности разработанной модели и оценку её эффективности.

*Объектом исследования* является процесс прогнозирования панических атак на основе физиологических и визуальных данных пользователя.

*Предметом исследования* являются методы и алгоритмы машинного обучения, включая технологии компьютерного зрения и ансамблевые модели, применяемые для анализа биометрических данных и внешних триггеров с целью прогнозирования панических атак.

### **Связь работы с приоритетными направлениями исследований и запросами реального сектора экономики**

Тема диссертации соответствует приоритетному направлению «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства» согласно пункта 1 перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» от 07.05.2020 года № 156.

Диссертационное исследование выполнено на базе учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (кафедра интеллектуальных информационных технологий).

### **Личный вклад**

Диссертационное исследование является квалификационной научной работой, выполненной соискателем самостоятельно на основе изучения отечественной и иностранной литературы, анализа существующих подходов и проведения собственных экспериментов по построению интеллектуальной системы прогнозирования панических атак.

Основные выводы, теоретические положения и практические разработки принадлежат автору диссертации и составляют содержание данной работы.

### **Опубликование результатов диссертации**

По материалам выполненных исследований опубликовано 2 научные работы, в том числе 2 статей в сборниках материалов конференций.

### **Краткое содержание работы**

В диссертационной работе предложена математическая модель прогнозирования панических атак, основанная на комплексном анализе физиологических показателей и визуальных триггеров с использованием методов машинного обучения и технологий компьютерного зрения. Исследование направлено на решение актуальной задачи раннего выявления тревожных состояний в условиях повседневной жизни с использованием носимых устройств и мобильных вычислительных платформ.

На основе обзора современных подходов в области диагностики тревожных расстройств и анализа моделей интеллектуальной обработки данных обоснован выбор ансамблевого алгоритма — случайного леса, обладающего устойчивостью к переобучению и высокой интерпретируемостью при ограниченных вычислительных ресурсах. В качестве источников данных используются частота сердечных сокращений, полученная с помощью фотоплетизмографии, и информация о присутствии потенциальных триггеров, идентифицируемых моделью компьютерного зрения YOLO.

Разработана система мониторинга, обеспечивающая непрерывную обработку физиологических и визуальных сигналов в реальном времени. Проведено обучение классификационной модели и выполнена её валидация с применением метрик качества предсказания, таких как точность, полнота и AUC. Экспериментальные результаты продемонстрировали практическую реализуемость и достаточную прогностическую способность предложенного подхода.

Новизна работы заключается в интеграции биометрического и визуального анализа в единую прогностическую систему с возможностью функционирования на мобильных и встраиваемых устройствах. Разработанная модель может быть использована в персонализированных системах поддержки пользователей с тревожными расстройствами, а также адаптирована для других задач мониторинга психоэмоционального состояния.

## Заключение

Основные результаты работы заключаются в следующем:

1 На основе анализа современных научных исследований и литературных источников в области психологии, медицины, компьютерного зрения и методов машинного обучения была обоснована актуальность разработки интеллектуальной системы прогнозирования панических атак. Было установлено, что традиционные методы диагностики имеют ряд ограничений, связанных с невозможностью оперативного реагирования в реальных условиях, тогда как современные технологии, включая анализ физиологических данных и распознавание внешних триггеров, позволяют повысить эффективность раннего предупреждения и предоставления помощи пациентам. Проведённый обзор существующих решений подтвердил необходимость комплексного подхода, объединяющего мониторинг состояния пользователя и анализ окружающей среды в режиме реального времени.

2 Численные исследования показали, что современные носимые устройства, использующие технологию фотоплетизмографии для измерения частоты сердечных сокращений, обеспечивают достаточную точность для применения в задачах прогнозирования панических атак. Были проанализированы результаты различных эмпирических работ, в которых исследовалась точность измерений в состоянии покоя и при физической активности. Показано, что при правильной калибровке и учёте индивидуальных особенностей пользователя полученные данные могут быть надёжной основой для выявления физиологических изменений, предшествующих панической атаке. Также численные исследования подтвердили, что использование оптимизированных моделей компьютерного зрения, таких как YOLOv5 и YOLOv8, позволяет эффективно обнаруживать визуальные триггеры в реальном времени при умеренных требованиях к вычислительным ресурсам.

3 Математическое моделирование показало, что использование вектора признаков, включающего данные о текущем пульсе пользователя и наличие внешнего визуального триггера, позволяет эффективно прогнозировать вероятность наступления панической атаки в режиме реального времени. Построенная математическая модель основана на алгоритме случайного леса, который объединяет множество деревьев решений для повышения общей точности и устойчивости к переобучению. В процессе моделирования была разработана структура данных, обеспечивающая синхронный сбор физиологических параметров и ре-

зультатов работы модели компьютерного зрения. Для анализа изменений пульса использовался метод вычисления абсолютного отклонения между последовательными измерениями, что позволило выявлять аномальные колебания, предшествующие приступу. Модель случайного леса была обучена на собранных данных с применением методов балансировки классов и кросс-валидации для повышения обобщающей способности. В результате тестирования математическое моделирование подтвердило, что система способна прогнозировать риск развития панической атаки с высокой точностью при использовании только двух входных признаков: частоты сердечных сокращений и наличия триггеров в окружающей среде. Также моделирование показало, что определение пороговых значений изменений пульса и вероятности наличия триггеров имеет решающее значение для минимизации количества ложных положительных и ложных отрицательных срабатываний, что напрямую влияет на надёжность системы. Разработанная модель позволяет оперативно реагировать на изменения состояния пользователя, обеспечивая своевременное предупреждение и тем самым значительно повышая уровень персонализированной поддержки.

4 Для выполнения поставленных задач был создан программно-алгоритмический комплекс, включающий подсистему мониторинга физиологических данных пользователя, модуль компьютерного зрения для детекции внешних триггеров и классификационный модуль на основе ансамбля случайных лесов. Разработанная система функционирует в реальном времени, способна работать на мобильных устройствах с ограниченными вычислительными возможностями и обеспечивает своевременное информирование пользователя о повышенном риске развития панической атаки. Архитектура комплекса предусматривает возможность расширения функциональности за счёт интеграции дополнительных физиологических показателей и адаптивного обучения на пользовательских данных.

Таким образом, проведённое исследование подтвердило эффективность выбранных методов и разработанных решений для задачи прогнозирования панических атак. Полученные результаты обладают высокой научной и практической значимостью, а предложенные подходы могут стать основой для дальнейших разработок интеллектуальных систем мониторинга психоэмоционального состояния, направленных на повышение качества жизни и обеспечение психологической безопасности пользователей в реальных условиях.

### **Список опубликованных работ**

1–А. Радченко А. Д. Использование искусственного интеллекта в психотерапии / А. Д. Радченко // Информационные технологии и системы 2023 (ИТС 2023). – 2023. – С. 73–74.

2–А. Радченко А. Д. Цифровое пиратство игр: причины, последствия и способы борьбы / А. Д. Радченко // Информационные технологии и системы 2024 (ИТС 2024). – 2024. – С. 113–114.