

# Поиск диастолического подъема фотоплетизмограммы с помощью многослойной рекуррентной нейронной сети.

Грибков Владислав Юрьевич, ВолГУ, Россия.  
Загрудина Римма Шикрулловна, ВолГУ, Россия  
Исупов Игорь Борисович, ВолГМУ, Россия

## Тезис

Фотоплетизмография - это оптический метод контроля за изменением объема крови в микрососудистом русле. Одной из основных проблем обработки фотоплетизмограмм, наравне с проблемой шумов и помех, является поиск момента начала диастолического подъема, особенно в тех случаях, когда крутизна спада катакроты пульсового цикла едва заметна. Предлагается новый метод детектирования положения диастолического подъема в реальном времени.

В основе разработанной методики лежит использование многослойной рекуррентной нейронной сети на основе gated rekkurent unit (GRU) ячеек. Для обучения и тестирования использовалась собранная база из 10000 320-миллисекундных записей отрезков ФПГ. База была составлена в результате обработки человеком-экспертом 48 записей фотоплетизмограмм длиной от 1 до 6 минут. Входными данными для сети являлась первая производная отрезка сигнала ФПГ, состоящего из 200 элементов, что соответствует 320 миллисекундной записи.

Граф вычислений строился с помощью библиотек Tensorflow 2.0.0 и KERAS. Обучение осуществлялось методом обратного распространения ошибки. Минимизация ошибки осуществлялась за 200 итераций адаптивного алгоритма Nadam.

Продемонстрирована эффективность разработанного метода поиска. Проверка рассчитанных с помощью предложенного метода положений особых точек производилась путем сравнения с контрольными значениями, определенными экспертом. Продемонстрировано, что чувствительность метода составила около 96%. Абсолютная ошибка определения положения диастолического подъема не превышает 15 миллисекунд, что делает предложенный механизм достаточно эффективным для практического применения. Предложенный метод может быть использован в системах компьютерного мониторинга сосудистого тонуса.

# **Search for the beginning of the diastolic rise of the photoplethysmogram using a multilayer recurrent neural network.**

Gribkov Vladislav Yurievich, VolSU, Russia.  
Zatrudina Rimma Shikrullova, VolSU, Russia  
Isupov Igor Borisovich, VolGMU, Russia

## **Thesis**

Photoplethysmography is an optical method for monitoring changes in blood volume in the microvascular bed. One of the main problems of processing photoplethysmograms, along with the problem of noise and interference, is the search for the moment of the onset of the diastolic rise, especially in cases where the steepness of the decline in the catacrotic pulse cycle is barely noticeable. A new method for detecting the position of the onset of diastolic rise in real time is proposed.

The method is based on the use of a multilayer recurrent neural network based on gated rekkurent unit (GRU) cells. For training and testing, a collected database of 10,000 300-ms records of PPG segments was used. The database was compiled as a result of processing by a human expert 48 records of photopretismograms with a length of 1 to 6 minutes. The input data for the network was the first derivative of the PPG signal segment, consisting of 200 elements, which corresponds to 320 millisecond recording.

The calculation graph was built using the Tensorflow 2.0.0 and KERAS libraries. The training was carried out by the method of back propagation of the error. The error was minimized in 250 iterations of the Nadam adaptive algorithm.

Verification of the positions of singular points calculated using the proposed method was carried out by comparison with the control values determined by the expert. It was demonstrated that the sensitivity of the method was about 96%. The absolute error in determining the position of the diastolic rise does not exceed 15 milliseconds, which makes the proposed mechanism sufficiently effective for practical application. The absolute error in determining the position of the diastolic rise does not exceed 10 milliseconds. The proposed method can be used in systems for computer monitoring of vascular tone.