

**РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУЛЬСОКСИМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА
ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НАСЫЩЕНИЯ КРОВИ КИСЛОРОДОМ
ФРИДАЙВЕРОВ**

Разживина К.Р. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Кундиус А.А. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Камарчук А.В. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Научный руководитель – младший научный сотрудник, ассистент, Ширяев Д.С. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Введение. В связи с развитием фридайвинга в мире и, в частности, в России появилась необходимость в создании системы мониторинга состояния фридайверов, которая была бы способна отслеживать состояние спортсмена: его частоту сердечных сокращений (ЧСС) и насыщение артериальной крови кислородом (сатурацию) – и передавать полученные данные на компьютер наблюдателя (тренера или медицинского работника), что не позволяет реализовать представленные на российском рынке системы. Во фридайвинге важно предотвращать потерю сознания вследствие гипоксии, которая происходит из-за превышения спортсменом индивидуального физиологического предела [1,2]. Основным недостатком существующих систем в том, что используемые пульсоксиметрические датчики с ограниченным функционалом передачи данных не позволяют отследить критические значения параметров состояния спортсмена и за счет этого повысить эффективность тренировок.

Основная часть. Была построена модель взаимодействия излучения разрабатываемого пульсоксиметрического датчика со слоями кожи, реализованная с помощью метода Монте-Карло и 7-слойной модели кожи [3,4], а также с учетом расстояния между источником излучения и фотоприемником [5]. В результате моделирования были получены значения оптической мощности, попадающей на чувствительную поверхность фотодиода в результате взаимодействия излучения инфракрасного и красного светодиодов с кожей, а также со слоем воды [6] и кварцевого стекла для различных значений сатурации. Полученные значения, составившие не менее 0,6 мВт, могут быть обработаны выбранным фотодиодом (Vishay VBPW34SR). Поскольку разность фототоков, полученных для различных значений сатурации, мала (~1 мкА), была разработана электрическая схема для преобразования тока в напряжение и последующего усиления сигнала с коэффициентом усиления по напряжению 13 дБ. Было проведено моделирование разработанной электрической схемы, в результате которого были получены значения напряжения на выходе электрической схемы. В связи с необходимостью последующей обработки сигнала с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) важно, чтобы напряжение на выходе не превышало напряжение питания (3,3 В). В соответствии с результатами моделирования данное условие может быть реализовано на разработанной схеме. С учетом проведенного моделирования были выбраны электронные компоненты и разработана печатная плата пульсоксиметрического датчика, а также сам пульсоксиметрический датчик. Были проведены измерения с использованием разработанного пульсоксиметрического датчика, которые соответствуют построенной модели.

Выводы. Проведено моделирование отражения оптического излучения от биологических тканей человека, в частности кожи, и на его основе разработана электрическая схема пульсоксиметрического датчика. Проведены измерения выходного электрического сигнала пульсоксиметрического датчика и проведена верификация модели.

Список использованных источников.

1. Chmura J. et al. The impact of freediving on psychomotor performance and blood catecholamine concentration //Undersea Hyperb. Med. – 2014. – Т. 41. – С. 111-117.
2. Andersson J. P. A., Evaggelidis L. Arterial oxygen saturation and diving response during dynamic apneas in breath-hold divers //Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 2009. – Т. 19. – №. 1. – С. 87-91.
3. Меглинский И. В. Моделирование спектров отражения оптического излучения от случайно-неоднородных многослойных сильно рассеивающих и поглощающих свет сред методом Монте-Карло //Квантовая электроника. – 2001. – Т. 31. – №. 12. – С. 1101-1107.
4. Lister T., Wright P. A., Chappell P. H. Optical properties of human skin //Journal of biomedical optics. – 2012. – Т. 17. – №. 9. – С. 090901-090901.
5. Mehrabi M. et al. Design of a new reflectance pulse oximeter by obtaining the optimal source-detector space //optik. – 2018. – Т. 168. – С. 34-45.
6. Freda W. et al. Measurements of Scattering Function of sea water in Southern Baltic //The European Physical Journal Special Topics. – 2007. – Т. 144. – №. 1. – С. 147-154.