

# ПРИБОРЫ, СИСТЕМЫ И ИЗДЕЛИЯ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ MEDICAL DEVICES, SYSTEMS AND PRODUCTS

УДК 615.47

doi: 10.21685/2307-5538-2023-2-10

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УШНОГО ПУЛЬСОКСИМЕТРА В ТЕЛЕМЕДИЦИНЕ

А. О. Григорьев<sup>1</sup>, Д. С. Лобов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Московский государственный институт международных отношений, Москва, Россия

<sup>1,2</sup> lobov.mgimo@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* В условиях пандемии вырос спрос на неинвазивную диагностику пациентов с применением пульсоксиметров, также значительное развитие получили технологии телемедицины. Учитывая данные тренды, авторы поставили перед собой цель проанализировать принципы работы современных устройств для неинвазивной диагностики здоровья, определить возможности для их совершенствования. *Материалы и методы.* Авторы провели исследование в области патентной активности, изучили принципы работы ряда зарубежных устройств. *Результаты.* В результате проведенной работы удалось прийти к выводу о том, что предлагаемые устройства в области неинвазивной диагностики морально устарели и не соответствуют требованиям современных клиентов: крепление зонда на пальцах исключает возможность применения устройств рядом пациентов, например, страдающих болезнью Рейно, а отсутствие беспроводной передачи данных снижает комфортность использования. *Выводы.* Авторы предлагают обратить внимание на концепцию ушного пульсоксиметра, позволяющего обеспечить комфортную неинвазивную диагностику пациентов с применением беспроводной связи и методов автоматической обработки данных.

**Ключевые слова:** ушной пульсоксиметр, неинвазивная диагностика, сомнология

**Для цитирования:** Григорьев А. О., Лобов Д. С. Перспективы применения ушного пульсоксиметра в телемедицине // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2023. № 2. С. 84–88. doi: 10.21685/2307-5538-2023-2-10

## PROSPECTS FOR APPLICATION OF EAR PULSE OXIMETER IN TELEMEDICINE

A.O. Grigoriev<sup>1</sup>, D.S. Lobov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Moscow State Institute of International Relations, Moscow, Russia

<sup>1,2</sup> lobov.mgimo@mail.ru

**Abstract.** *Background.* In the context of the pandemic, the demand for non-invasive diagnostics of patients using pulse oximeters has increased, and telemedicine technologies have also received significant development. Given these trends, the authors set themselves the goal of analyzing the principles of operation of modern devices for non-invasive health diagnostics and identifying opportunities for their improvement. *Materials and methods.* The authors conducted a study in the field of patent activity, studied the principles of operation of a number of foreign devices. *Results.* As a result of the work carried out, it was possible to come to the conclusion that the proposed devices in the field of non-invasive diagnostics are obsolete and do not meet the requirements of modern customers: mounting the probe on the fingers excludes the possibility of using devices by a number of patients, for example, those suffering from Raynaud's disease, and the lack of wireless data transmission reduces comfort of use. *Conclusions.* The authors propose to pay attention to the concept of an

ear pulse oximeter, which makes it possible to provide comfortable non-invasive diagnostics of patients using wireless communication and automatic data processing methods.

**Keywords:** ear pulse oximeter, non-invasive diagnostics, somnology

**For citation:** Grigoriev A.O., Lobov D.S. Prospects for application of ear pulse oximeter in telemedicine. *Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol' = Measuring. Monitoring. Management. Control.* 2023;(2):84–88. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-5538-2023-2-10

### *Введение*

Актуальность вопросов совершенствования устройств, позволяющих осуществлять диагностику одышки, сатурации, значительно выросла в результате распространения вирусной пневмонии COVID-19 [1]. Основным устройством, применяемым сегодня для проведения неинвазивной диагностики, является пульсоксиметр, фиксируемый на пальце пациента.

Несмотря на высокую точность и эргономичность классического пульсоксиметра, возможности его применения ограничены для пациентов с рядом медицинских заболеваний. Так, например, традиционный пульсоксиметр не может быть использован для диагностики пациентов с болезнью Рейно [2, 3] – вазоспастическим заболеванием, представляющим собой ангиотрофоневроз с преимущественным поражением мелких концевых артерий и артериол.

Кроме того, функциональность и точность показателей традиционного пульсоксиметра снижаются в особых профессиональных условиях, например, при применении устройства для диагностики состояния экипажей боевых самолетов в условиях перегрузки, участников экспедиций [4, 5]. Возможность фиксации устройства на пальце в данных условиях также ограничена.

Цель данной работы заключается в разработке инклюзивной концепции пульсоксиметра, обеспечивающей удобство в применении различными видами пользователей, особенно в условиях, исключающих возможность использования традиционных решений.

### *Задачи исследования*

Для достижения поставленной цели работы авторы решили следующие исследовательские задачи:

- 1) проанализировали устройство приборов в области неинвазивной диагностики в зарубежных патентных документах;
- 2) разработали концепцию альтернативного устройства.

### *Результаты исследования*

Подробный анализ принципа работы устройств в области неинвазивной диагностики подтверждает гипотезу авторов о моральном устаревании. Согласно RU2548791C2 [6], RU2302196C2 [7] контроль физиологического состояния или его изменения при определении здоровья субъекта осуществляется при помощи зонда, надеваемого на периферийные части тела – палец ноги или руки человека, для измерения сигналов периферического пульса, связанного с большим кругом кровообращения. Кольцевая манжета для измерения давления заведомо вызывает расширение вен и депонирование венозной крови дистально от места приложения давления. Недостатком обоих устройств является дискомфорт, вызываемый у пациентов в ходе сна, при использовании зонда на пальцах ноги и руки.

Одним из решений является разработка специализированного устройства, применение которого возможно в случаях, когда функциональность традиционного пульсоксиметра ограничена. Такой альтернативой является ушной пульсоксиметр. Ушной пульсоксиметр фиксируется на мочке при помощи клипсы, позволяя измерять насыщение кислородом и частоту сердечных сокращений.

Концепция «ушного пульсоксиметра» – альтернативы традиционного пульсоксиметра, фиксируемого на пальце, имеет довольно длинную историю. В разработке устройств принимают участие такие крупные компании, как Hewlett-Packard [8].

Несмотря на актуальность устройства, статистика базы данных патентов Google patent [9] по ключевому слову «Ear pulse oximeter» говорит о снижении числа защищаемых результатов интеллектуальной деятельности с 2000 по 2020 гг.:

– 2000–2010 гг.: 16 ед.;

– 2011–2020 гг.: 6 ед.

Данная ситуация приводит к тому, что продукты – ушные пульсоксиметры – не соответствуют требованиям современных пациентов: отсутствует возможность автономной работы, нет подключения устройства к телефону с записью результатов диагностики и т.д. Большинство устройств передают данные при помощи проводов, без применения Bluetooth модуля. Недостатком устройств, например US5611337A [10], применяющих зонд, размещающийся на ухе человека, является отсутствие соответствующих компонентов в устройстве, обеспечивающих беспроводную передачу собираемых устройством данных для их обработки и хранения на внешних источниках.

Моральное устаревание ушных пульсоксиметров и актуальность их применения в отдельных рыночных нишах определяют необходимость модернизации устройства. Авторами предлагается решение, которое позволит совместить функционал пульсоксиметра с современными технологиями передачи и хранения данных. Устройство включает держатель для уха, корпус с модулями, а также клипсу с компонентами пульсоксиметра.

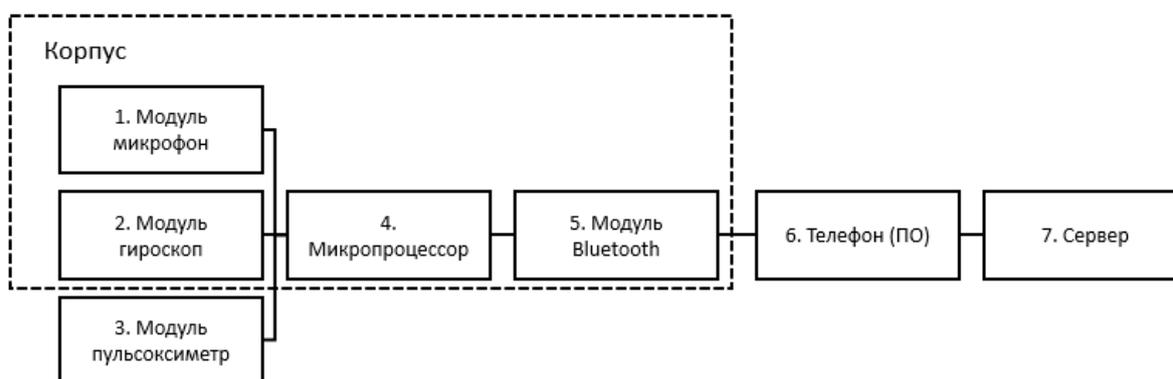


Рис. 1. Элементы устройства «Ушной пульсоксиметр», обеспечивающие неинвазивный сбор и обработку диагностических данных

Устройство оснащено модулем Bluetooth, батареей, что обеспечивает его автономность. Возможно включение модуля «гироскоп», а также модуля «микрофон» для повышения функционала устройства и применения в целях диагностики качества сна пациентов. В условиях развития телемедицины такой функционал является необходимым для формирования клиентоцентричного подхода при работе с пациентами [11].

Данные собираются устройством и передаются при помощи Bluetooth для дальнейшей обработки на телефоне клиента, на котором установлено соответствующее программное обеспечение. ПО предоставляет результаты анализа данных пациенту, не являющиеся медицинским заключением. Передача данных пациента возможна на соответствующий сервер с предоставлением доступа медицинским специалистам для оказания телемедицинских услуг и содействия в постановке диагноза. Возможно применение инструментов больших данных и искусственного интеллекта для совершенствования качества обслуживания.

### Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что сегодня на рынке отсутствуют инклюзивные современные решения, обеспечивающие возможность комфортной неинвазивной диагностики сатурации, качества сна пациентов. Концепции наиболее распространенных приборов были разработаны в начале 2000-х гг., исключают применение беспроводных технологий передачи данных, инструментов Big Data и AI при разработке рекомендаций для пациентов, что не соответствует технологическим трендам в области телемедицины. Обязательное применение зонда на периферийных частях тела (пальцах ноги или руки человека) ограничивает возможность использования устройств пациентами с болезнью Рейно. Авторы предлагают собственную концепцию устройства, сочетающего в себе функционал пульсоксиметра и приборов в области диагностики сна, обеспечивающего комфортное применение в сложных условиях, когда закрепление зонда на пальцах пациента невозможно. Применение данного устройства, по мнению авторов, является актуальным в условиях развития рынка телемедицины и беспроводных технологий.

## Список литературы

1. Гришин О. В., Гришин В. Г. Клиническое значение пульсоксиметрии у взрослых // Медицинский алфавит. 2020. № 20. С. 13–21.
2. Kurki T. S., Piirainen H. I., Kurki P. T. Non-invasive monitoring of finger arterial pressure in patients with Raynaud's phenomenon: effects of exposure to cold // *Br J Anaesth.* 1990. Vol. 65. P. 558–563. doi: 10.1093/bja/65.4.558. PMID: 2248827
3. Rakesh G., Sadaanand V. Pulse oximetry in scleroderma patients: Concerns // *Acta anaesthesiologica Scandinavica.* 2008. Vol. 52. P. 1303–1304. doi: 10.1111/j.1399-6576.2008.01720.x
4. Ledderhos C., Heise R., Gammel C., Gens A. "Inflight" – Messungen der Sauerstoffsättigung bei Höhenflügen im Himalaya und den französischen Alpen im Rahmen des "Mountain Wave Project" (MWP). URL: <https://wehrmed.de/humanmedizin/inflight-messungen-der-sauerstoffsattigung-bei-hoehenfluegen-im-himalaya-den-franzoesischen-alpen-im-rahmen-des-mountain-wave-project-mwp.html>
5. Decker M. J., Dickensheets D., Arnold J. L. et al. A comparison of a new reflectance oximeter with the Hewlett-Packard ear oximeter // *Biomed Instrum Technol.* 1990. Vol. 24. P. 122–126. PMID: 2322755.
6. Kramer M., Lobbstaal A., Barten E. et al. Wearable Pulse Oximetry Measurements on the Torso, Arms, and Legs: A Proof of Concept // *Military Medicine.* 2017. Vol. 182. P. 92–98. doi: 10.7205/MILMED-D-16-00129
7. Google patents. URL: <https://patents.google.com>
8. Пат. 2548791С2 РФ, МПК6 А61В 5/02. Неинвазивный способ и устройство для определения стадий поверхностного и глубокого сна / Гершковичи-Коэн С., Шеффи Я. № 2010146145/14 ; заявл. 13.04.2009 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11
9. Пат. 2005103835А РФ, МПК6 А 61 В 5/02, 5/026, 5/0402, 5/145 Накожный зонд, устройство и способ для неинвазивного определения состояния здоровья / Шналл П. Р. № 2005103835/14 ; заявл. 15.07.2003 ; опубл. 22.01.2004.
10. US5611337A Bukta A., inventor; Koninklijke Philips NV, assignee. *Pulsoximetry ear sensor.* 1994.
11. Гранина Т. А., Велимухаметов О. И., Вешкурцева Е. Д., Хитрич А. В. Телемедицина в условиях пандемии Covid-19 // *Университетская медицина Урала.* 2021. № 2. С. 45–47.

## References

1. Grishin O.V., Grishin V.G. Clinical significance of pulse oximetry in adults. *Meditinskiy alfavit = Medical alphabet.* 2020;(20):13–21. (In Russ.)
2. Kurki T.S., Piirainen H.I., Kurki P.T. Non-invasive monitoring of finger arterial pressure in patients with Raynaud's phenomenon: effects of exposure to cold. *Br J Anaesth.* 1990;65:558–563. doi: 10.1093/bja/65.4.558 . PMID: 2248827
3. Rakesh G., Sadaanand V. Pulse oximetry in scleroderma patients: Concerns. *Acta anaesthesiologica Scandinavica.* 2008;52:1303–1304. doi: 10.1111/j.1399-6576.2008.01720.x
4. Ledderhos C., Heise R., Gammel C., Gens A. "Inflight" – Messungen der Sauerstoffsättigung bei Höhenflügen im Himalaya und den französischen Alpen im Rahmen des "Mountain Wave Project" (MWP). Available at: <https://wehrmed.de/humanmedizin/inflight-messungen-der-sauerstoffsattigung-bei-hoehenfluegen-im-himalaya-den-franzoesischen-alpen-im-rahmen-des-mountain-wave-project-mwp.html>
5. Decker M.J., Dickensheets D., Arnold J.L. et al. A comparison of a new reflectance oximeter with the Hewlett-Packard ear oximeter. *Biomed Instrum Technol.* 1990;24:122–126 . PMID: 2322755
6. Kramer M., Lobbstaal A., Barten E. et al. Wearable Pulse Oximetry Measurements on the Torso, Arms, and Legs: A Proof of Concept. *Military Medicine.* 2017;182:92–98. doi: 10.7205/MILMED-D-16-00129
7. *Google patents.* Available at: <https://patents.google.com>
8. Patent 2548791C2 Russian Federation, IPC6 A61B 5/02. *Neinvazivnyy sposob i ustroystvo dlya opredeleniya stadiy poverkhnostnogo i glubokogo sna = A non-invasive method and device for determining the stages of superficial and deep sleep.* Gershkovichi-Koen S., Sheffi Ya. № 2010146145/14; appl. 13.04.2009; publ. 20.04.2015, Bull. № 11. (In Russ.)
9. Patent 2005103835A Russian Federation, IPC6 A 61 B 5/02, 5/026, 5/0402, 5/145. *Nakozhnyy zond, ustroystvo i sposob dlya neinvazivnogo opredeleniya sostoyaniya zdorov'ya = Skin probe, device and device for non-invasive determination of health status.* Shnell P.R. № 2005103835/14; appl. 15.07.2003; publ. 22.01.2004. (In Russ.)
10. US5611337A Bukta A., inventor; Koninklijke Philips NV, assignee. *Pulsoximetry ear sensor.* 1994.
11. Granina T.A., Velimukhametov O.I., Veshkurtseva E.D., Khitrich A.V. Telemedicine in the conditions of the Covid-19 pandemic. *Universitetskaya meditsina Urala = University Medicine of the Urals.* 2021;(2):45–47. (In Russ.)

*Информация об авторах / Information about the authors***Александр Олегович Григорьев**

магистрант,  
Московский государственный институт  
международных отношений  
(Россия, г. Москва, просп. Вернадского, 76)  
E-mail: lobov.mgimo@mail.ru

**Aleksandr O. Grigoriev**

Master degree student,  
Moscow State Institute of International Relations  
(76 Vernadsky avenue, Moscow, Russia)

**Даниил Сергеевич Лобов**

кандидат экономических наук,  
кафедра управления инновациями,  
Московский государственный институт  
международных отношений  
(Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 76)  
E-mail: lobov.mgimo@mail.ru

**Daniil S. Lobov**

Candidate of economical sciences,  
sub-department of innovation management,  
Moscow State Institute of International Relations  
(76 Vernadsky avenue, Moscow, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию / Received 27.01.2023**

**Поступила после рецензирования / Revised 27.02.2023**

**Принята к публикации / Accepted 26.03.2023**