

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-326

**СТИМУЛЯЦИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ С ПОМОЩЬЮ ИМПЛАНТИРУЕМОЙ МАНЖЕТЫ
НА БАЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ*****PERIPHERAL NERVE STIMULATION USING AN IMPLANTABLE CUFF
BASED ON ORGANIC SEMICONDUCTORS**Н. Р. Исаев¹, Е. А. Юсуповская¹, Д. В. Тельшев^{1,2}, А. Г. Марков^{1,3}¹Институт бионических технологий и инжиниринга Сеченовского университета, Москва²Институт биомедицинских систем Национального исследовательского университета «МИЭТ», Зеленоград³Центр «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение» Сеченовского университета, МоскваN. R. Isaev¹, E. A. Yusupovskaya¹, D. V. Telyshev^{1,2}, A. G. Markov^{1,3}¹Institute for Bionic Technologies and Engineering, Sechenov University, Moscow²Institute of Biomedical Systems National Research University of Electronic Technology, Zelenograd³Center "Digital Biodesign and Personalized Healthcare" Sechenov University, Moscow

✉ n_r_isaev@mail.ru

Аннотация

Представлены результаты проведения *in vitro* и *in vivo* исследований по беспроводной стимуляции поврежденных периферических нервов с помощью полупроводниковой манжеты.

Abstract

The results of *in vitro* and *in vivo* studies on wireless stimulation of injured peripheral nerves using a semiconductor cuff are presented.

Одна из самых распространенных проблем в хирургии на сегодняшний день — повреждение периферических нервов. По разным оценкам только в России в год требуется провести от 4 до 7 тысяч хирургических вмешательств в связи с травмами периферических нервов [1]. Была разработана специальная манжета для беспроводной оптоэлектронной стимуляции, обеспечивающая более быстрое заживление поврежденных нервов. Имплантированные фотоконденсаторы демонстрируют физиологическую стабильность и функциональную стимуляцию периферического нерва в течение нескольких месяцев у животных и не ограничивают их двигательную активность. Кроме того, для работы устройства не требуется никакого источника питания, кроме светового импульса, что исключает риски, связанные с имплантируемым источником энергии. Нейромодуляция осуществляется с помощью проникающего в ткани глубокого красного света (625 нм). Фотоконденсатор представляет собой гибкую полную пленку с золотым электродом (9 нм) и полупроводниковым пикселем [2]. Материалы полупроводника — фталоцианин без металла H2Pc (30 нм) и N,N'-диметилпериленил-3,4,9,10-тетракарбонный диимид PTCDI (30 нм).

Для обеспечения эффективной стимуляции клеток необходимо вызвать у них потенциал действия (порог активации –50 мВ). Генерируемый заряд и, следовательно, вызываемый нейронный ответ напрямую зависят от силы и длительности светового импульса. Эти особенности позволяют точно контролировать временные и амплитудные параметры стимуляции, обеспечивают инициацию потенциала действия клеток даже на расстоянии от полупроводникового пикселя.

Эффективность такого фотоконденсатора уже доказана в ходе проведения экспериментов *in vitro*. При стимуляции клеточных культур *mpf* и *neuro2A* отмечалось увеличение их конфлюентности до 2 раз в сравнении с теми же клеточными культурами без проведения стимуляции. Также отмечалось улучшение проводимости в экспериментах *in vivo* после ежедневной стимуляции в течение трех месяцев рассеченного седалищного нерва у крыс линии Wistar в сравнении с сшитыми рассеченными нервами без проведения стимуляции.

Литература

1. Говенько Ф. С. Хирургия повреждений периферических нервов / Ф. С. Говенько. СПб.: Феникс, 2010. 384 с.
2. Markov A. et al. Multilayered organic semiconductors for high performance optoelectronic stimulation of cells // Nano Research. 2023. Vol. 16. № 4. С. 5809–5816.

* Работа выполнена при поддержке РФФ (проект № 24-15-00496).

© Н. Р. Исаев, Е. А. Юсуповская, Д. В. Тельшев, А. Г. Марков, 2024