**Лазерная реструктуризация поверхности стимулирующего электрода**

***Круковский Н.С.1, Попович К.Д.1,2, Герасименко А.Ю.1,2***

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*1Национальный исследовательский университет «МИЭТ»**, Москва, Россия*

*2 Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия*

*E-mail: krukovskijn@inbox.ru*

Одним из вызовов перед современной медициной являются случаи фантомных болей у пациентов после ампутаций [1]. Согласно исследованию, опубликованному в 2024 году, 64% людей, перенёсших ампутации конечностей, страдают в той или иной степени фантомным болевым синдромом (ФБС).

На сегодняшний день инвазивная стимуляция центральной нервной системы может быть способом лечения или купирования проявлений ФБС. Электрические импульсы, подаваемые в центральную нервную систему с помощью имплантируемого устройства в эпидуральное пространство спинного мозга, помогают устранить ФБС и улучшить качество жизни пациента.

Анализируя текущие достижения в сфере нейростимуляции, можно выделить основные недостатки имеющихся устройств, которые негативно сказываются на качестве проходимого лечения: низкая электроёмкость и высокий импеданс электрода.

Лазерная реструктуризация поверхности стимулирующего электрода может рассматриваться как возможное решение вышеупомянутых проблем. Данный метод подразумевает воздействие лазерным излучением на проводник, выборочно удаляя его материал. В результате чего получается структура с характерным рельефом, выраженным в перепаде высот. Данная модификация электрода может положительным образом сказываться на удельной электроёмкости исследуемого образца и его возможности накапливать и отдавать заряд [3].

На данный момент в рамках исследования эффективности вышеуказанной методики было проведено изучение электрохимических свойств традиционного электрода из медицинской стали, не подвергнутого никаким модификациям. Измерения проводились при использовании способа циклической вольтамперометрии в среде в виде фосфатно-солевого буферного раствора, имитирующего эпидуральное пространство спинного мозга.

Дальнейшие работы представляли собой реструктуризацию поверхности электродов импульсным иттербиевым волоконным лазером при различных мощностях. С помощью оптической профилометрии установлено, что наиболее повторяемая и выраженная микроструктура поверхности образца электрода получена при мощности лазерного излучения 4,3 Вт. Используя способ циклической вольтамперометрии, были изучены электрохимические характеристики модифицированного электрода. В результате полученных измерений удалось установить прямую зависимость между параметрами электроёмкости и мощностью лазерного излучения. Также было обнаружено снижение импеданса реструктурированного проводника на частотах тока до $10^{3 }$ Гц по сравнению с традиционным.

**Литература**

1. Limakatso K. et al. The prevalence and risk factors for phantom limb pain: a cross-sectional survey // BMC neurology. 2024. Vol. 24. N 1. P. 57.

2. Harland B., Kow C. Y., Svirskis D. Spinal intradural electrodes: opportunities, challenges and translation to the clinic // Neural regeneration research. 2024. Vol. 19. N 3. P. 503-504.

3. Amini S. et al. Femtosecond laser hierarchical surface restructuring for next generation neural interfacing electrodes and microelectrode arrays // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. N 1. P. 13966