**Биосовместимая ячейка и сканирующий капиллярный микроскоп как интерфейс для исследования биологических клеток и живых нейронных сетей**

***Иванов О.В.*1, *Яминский И.В.*2**1*студент,* 2*профессор*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

физический факультет, Москва, Россия

*E-mail:* ivanov.ov18@physics.msu.ru

Современные междисциплинарные исследования динамики живых нейронных систем открывают уникальные перспективы для медицины, разработки алгоритмов машинного обучения и создания адаптивных нейротехнологий. Прогресс в биоэлектронике и нейроинженерии способствует формированию инновационных решений, таких как биосовместимые интерфейсы «мозг-машина» и умные нейропротезы, которые могут компенсировать последствия нейродегенеративных заболеваний или травм [1]. Последние клинические исследования демонстрируют, что усовершенствованные нейроинтерфейсы обеспечивают пациентам с двигательными или когнитивными нарушениями управление экзоскелетами, коммуникационными устройствами и даже восстановление базовой сенсорной обратной связи [2,4]. Важным шагом стало внедрение многоэлектродных матриц, позволяющих регистрировать и модулировать активность нейронных ансамблей, что привело к разработке алгоритмов адаптивного «обучения» клеточных культур [3].

Особую актуальность приобретает мониторинг пространственно-временной организации нейронных сетей в режиме реального времени. Для этого требуется создание специализированных платформ, сочетающих биосовместимые материалы, точную температурную стабилизацию, особые атмосферные условия и многоканальную регистрацию сигналов [5]. Ключевым вызовом остаётся воспроизведение физиологических условий *in vitro*, включая контроль кислотности, ионного состава и температуры среды, что напрямую влияет на жизнеспособность и функциональность нейронов.

В рамках данной работы проведён анализ конструкций терморегулируемых ячеек для долгосрочного культивирования нейронных сетей. Упор сделан на конструкциях, которые могут быть интегрированы в систему капиллярного сканирующего микроскопа для использования его преимуществ в точности позиционирования и регистрации сигналов. Разработана гибридная версия ячейки, объединяющая стимулирующие электроды и элемент нагревателя. Проведено исследование зависимости ионной проводимости буфера от концентрации и температуры, а также проведено тестирование ячейки в сканирующем капиллярном микроскопе ФемтоСкан Х Айон (Центр перспективных технологий, Москва) [6].

**Литература:**

1. Buccelli *et al*., A Neuromorphic Prosthesis to Restore Communication in Neuronal Networks, iScience 19, 402–414, September 27, 2019 ª 2019
2. Elon Musk, Neuralink, An Integrated Brain-Machine Interface Platform With Thousands of Channels, J Med Internet Res 2019;21(10):e16194
3. Kagan et al., In vitro neurons learn and exhibit sentience when embodied in a simulated game-world, Neuron (2022), <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2022.09.0>
4. Sato, Y. *et al.* Microfluidic cell engineering on high-density microelectrode arrays for assessing structure-function relationships in living neuronal networks. *Front. Neurosci.* **16**, (2023).
5. Green R, Abidian MR. Conducting Polymers for Neural Prosthetic and Neural Interface Applications. Adv Mater. 2015 Dec 9;27(46):7620-37
6. Г.Мешков, О.Синицына, И.Яминский. Cовмещенная сканирующая ион-проводящая, электрохимическая и пьезоэлектрохимическая микроскопия поверхностей материалов// Наноиндустрия. Выпуск 8, 2016, 74-77