

Исследование возможности применения протокола обучения к модели культуры нейронов *in vitro*

Дегтерев Алексей Александрович

Аспирант

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», НБИКС-центр,
Москва, Россия

E-mail: degterev@physics.msu.ru

На данный момент в мировой практике вычислительных экспериментов не существует модели культуры нейронов, активность которой полностью согласовалась бы с активностью культур нейронов *in vitro*. Более того, не существует даже общего стандартного подхода, сочетающего в себе известные основные компоненты моделируемой сети (модели нейрона, архитектуру связей, модели синапсов, модели шума мембранного потенциала).

В современных работах по изучению электрофизиологической активности нейрональных культур *in vitro* массивы электродов МЭА (multi-electrode array) позволяют проводить регистрацию электрической активности ближайших к электродам нейронов. Время от времени в регистрируемой активности возникают высокочастотные последовательности спайков (потенциалов действия ближайших нейронов) - такое явление называется пачкой активности, регистрируемой на единичном канале. Если пачки активности на электродах пересекаются по времени друг с другом, то речь идет о популяционной пачке активности, представляющей собой кратковременное синхронное повышение активности нейронов в сети. Популяционные пачки активности занимают важное место в современных исследованиях. В частности, изучаются вопросы развития пачечной активности в течение жизни культур [1,2], исследования ответа культур на электрическую стимуляцию [3,4]. Также на пачечной активности построены эксперименты обучения культур [5], навигации робота [6] и многие другие работы.

В данной работе мы представляем математическую модель, в которой мы постарались объединить как можно больше факторов, характеризующих свойства культуры нейронов *in vitro*, при этом создав относительно простую для вычислений и изучения систему. При моделировании в данной работе использовалась сеть, состоящая из 5000 нейронов, расположенных в плоском пространстве, с моделью связей, реализующей в основном ближние связи между нейронами, и с моделью долговременной синаптической пластичности.

Главной задачей было изучение вопроса, возможно ли применить известный протокол обучения культур нейронов *in vitro* [5] к созданной математической модели, и исследовать вопрос будет ли модель демонстрировать адаптацию активности при стимуляции с обратной связью. Был разработан алгоритм применения протокола обучения, позволяющий получить данные, согласующиеся с экспериментами обучения культур нейронов *in vitro*.

Источники и литература

- 1) Chiappalone M. et al. Dissociated cortical networks show spontaneously correlated activity patterns during *in vitro* development //Brain research. – 2006. – Т. 1093. – №. 1. – С. 41-53.
- 2) Wagenaar D.A., Pine J., Potter S.M. An extremely rich repertoire of bursting patterns during the development of cortical cultures //BMC neuroscience. – 2006. – Т. 7. – №. 1. – С. 11.
- 3) Shahaf G. et al. Order-based representation in random networks of cortical neurons //PLoS computational biology. – 2008. – Т. 4. – №. 11. – С. e1000228.

- 4) Kermany E. et al. Tradeoffs and constraints on neural representation in networks of cortical neurons //The Journal of Neuroscience. – 2010. – Т. 30. – №. 28. – С. 9588-9596.
- 5) Shahaf G., Marom S. Learning in networks of cortical neurons //The Journal of Neuroscience. – 2001. – Т. 21. – №. 22. – С. 8782-8788.
- 6) Nava I., Tessadori J., Chiappalone M. Change of Network Dynamics in a Neuro-robotic System //Biomimetic and Biohybrid Systems. – Springer International Publishing, 2014. – С. 225-237.

Слова благодарности

Данная работа выполнена при поддержке РФФ, грант № 15-11-30014