

СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ СРЕЗОВ ГИППОКАМПА *IN VITRO*

А. А. Денисов^{1,2}, А. В. Никифоров¹, Ф. Ю. Снопич¹, М. В. Варивончик¹

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

²Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Регистрация электрической активности нейронов является одним из основных методов исследований биофизических основ межнейронной коммуникации, механизмов функционирования мозга и нервной системы. В последние годы в этой области произошел значительный прогресс в связи с развитием современных технологий и разработкой новых методик исследования на их основе. В лаборатории клеточной инженерии и нанобиотехнологий кафедры биофизики БГУ совместно с лабораторией нейрофизиологии Института физиологии НАН Беларуси разработан комплекс оборудования и методик для исследования биофизических и нейрофизиологических процессов в срезах мозга крысы *in vitro*. Для регистрации получаемых экспериментальных данных, их обработки и визуализации в режиме онлайн и оффлайн создан ряд программных решений.

В разработанной установке обработка, визуализация и запись регистрируемых сигналов, а также генерация последовательностей стимулирующих импульсов осуществляется под управлением микрокомпьютера Raspberry Pi 4. Графический интерфейс системы регистрации создан с использованием пакета Vokeh на языке Python. Программный интерфейс пользователя в режиме онлайн позволяет выводить на экран форму популяционных спайков (ПС) и полевых возбуждающих постсинаптических потенциалов (пВПСП), производить расчет их амплитуды и выводить график зависимости амплитуды ПС и пВПСП от времени в ходе эксперимента. Имплементирован ряд функций по фильтрации сигнала – устранение артефактов стимуляции и сетевой наводки, что позволяет повысить точность расчета амплитуды ПС и пВПСП в режиме онлайн. В интерфейсе реализована возможность проведения ряда экспериментов – построение зависимости амплитуды ПС и пВПСП от амплитуды стимуляции, получение зависимости амплитуды фасилитации (кратковременной синаптической пластичности) от интервала времени между импульсами при парной стимуляции, исследование влияния нейромодулирующих воздействий, индуцирование длительной потенциации – формы синаптической пластичности, вовлеченной в формирование памяти и процессы обучения. Также реализован режим виртуального эксперимента – визуализация процесса получения графиков зависимостей на основе записанных ранее экспериментальных данных, что может применяться как в презентационных целях, так и в учебном процессе.

Для экспериментов по регистрации электрической активности нейронов характерна значительная продолжительность (несколько часов), что сопряжено с большим объемом получаемых экспериментальных данных при многоканальной регистрации. Для их анализа реализован отдельный программный модуль с применением пакета PyQT, который позволяет в режиме оффлайн производить быстрый просмотр и визуализацию записанных данных, а также проводить дополнительную обработку с использованием возможностей высокопроизводительных вычислительных систем.

Использование современной библиотеки интерактивной визуализации Vokeh позволяет проводить гибкую настройку и модификацию возможностей разработанных программ. Так, модуль Vokeh в данном случае функционирует в качестве веб-сервера, а графический интерфейс запускается в веб-браузере, что позволяет производить удаленное подключение к установке, в том числе, с применением мобильных устройств. Данные особенности разработки открывают возможности для создания новых типов лабораторных работ с высокой степенью интерактивности.