

Влияние бифуркаций в расширенной модели ходжкина-хаксли на динамику ансамбля нейро-глио-васкулярных единиц

Лагоша С.В.¹, Версокин А.Ю.², Вервейко Д.В.², Браже А.Р.¹

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет кафедра биофизики, Россия, 119234, Москва, Ленинские горы дом 1 стр. 24,
E-mail: superstas-s@mail.ru

² Курский государственный университет, кафедра физики и нанотехнологий, Россия, 305000, Курская область, г. Курск, ул. Радищева, д.33.

Математическое моделирование нервной ткани, является важным инструментом для предсказания поведения нервной системы при различных воздействиях. При реальном функционировании мозга происходит взаимодействие большого числа клеток различных типов, для каждого из которых существуют свои модели. Для того чтобы полностью охватить весь спектр возможных режимов функционирования такой сложной системы, мы должны использовать максимально полное доступное описание происходящих в ней процессов. Для этого используют различные математические модели отдельных процессов и объединяют их между собой.

Основываясь на представлениях последних лет о структурной организации нервной ткани в виде доменов, а именно нейро-глио-васкулярных единиц (НГВЕ), разрабатывают модели отдельных компонентов, интегрированных между собой. Беря во внимание экспериментальные измерения, касающиеся функционирования различных нейромедиаторов и их рецепторов, таких как ГАМК, глутамат и норадреналин, создают комплексные модели мозговых структур.

Каждый новый механизм, который необходимо учитывать добавляет сложности в систему уравнений, описывающих динамику мембранного потенциала нейронов. Биофизически обоснованные модели, такие как модель Ходжкина-Хаксли, уже в своём первоначальном виде обладают сложной динамикой. Добавление переменных увеличивает размерность параметрического пространства модели, и добавляет новые динамические режимы. Исследование параметрического пространства сложных моделей, в том числе с разной математической реализацией отдельных механизмов представляет из себя сложную не тривиальную задачу.

В данной работе, мы исследовали отдельные параметры, связанные с объёмной передачей информации в НГВЕ, через явление внесинаптического выброса нейромедиаторов. Были построены бифуркационные диаграммы для отдельных нейронов, а также качественные диаграммы режимов функционирования ансамбля НГВЕ. Продемонстрирована связь между переключением режимов работы нейронов и динамикой сети. Показано, как параметры относящиеся к построению структуры ансамбля, влияют на режимы работы модельной нервной ткани. Данные результаты, могут приблизить нас к пониманию реальных бифуркаций, происходящих в мозге в норме и патологии.