

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Плотникова Сергея Александровича
«Управление синхронизацией и бифуркации в системах ФитцХью-Нагумо»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.01.09 - Дискретная математика и
математическая кибернетика

Задачи синхронизации в системах связанных осцилляторов образуют важный класс задач нелинейной динамики, встречающихся в различных разделах прикладной математики, таких как нелинейные динамические системы, сетевые системы и теория колебаний, и имеют приложения в физике, биологии и технике. Одной из важных областей приложений является исследование коллективной динамики популяций нейронов. В реальных сетях параметры различных нейронов в сети различны, т.е. сети являются неоднородными. Вопросы бифуркаций и синхронизации в подобных сетях слабо исследованы даже для простейших моделей нейронов, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями второго порядка ФитцХью-Нагумо (ФХН). В диссертационной работе рассматриваются задачи исследования бифуркаций в кольцевых неоднородных сетях систем ФХН, строятся алгоритмы управления синхронизацией систем ФХН, формулируются теоремы о достижении целей управления при синхронизации систем ФХН с учетом запаздывания и дискретизации. На мой взгляд, тема диссертации является актуальной.

В диссертационной работе получены неравенства, устанавливающие невозможность бифуркации Андронова-Хопфа для случая двух систем ФХН. Показано, что, если предложенные неравенства выполнены, то траектории систем стремятся к устойчивой предельной точке. Это достаточно неожиданный и красивый результат. Он распространен и на случай сети из произвольного числа нейронов с неидентичными пороговыми параметрами и кольцевой структурой. Постановки задач об исследовании бифуркаций возникли в ходе нашей совместной работы с немецкими физиками из технического университета Берлина.

Целая группа результатов С.А. Плотникова относится к задачам управления. Синтезированы алгоритмы управления синхронизацией двух систем ФХН с неидентичными пороговыми параметрами с помощью внешнего стимула и с помощью настройки силы связи. Сформулированы теоремы о достижении целей управления при управлении с помощью внешнего стимула. Доказательства основаны на методе функций Ляпунова. Этот результат распространен на случай двух систем ФХН с переменной задержкой с использованием функционала Ляпунова-Красовского. Для случая двух систем рассмотрена также важная задача исследования сохранения свойства синхронизации при дискретизации системы, в том случае, когда связь между системами действует только в дискретные моменты времени. Найдены оценки шага дискретизации, гарантирующие синхронизацию двух систем ФХН в зависимости от силы связи.

С.А.Плотниковым получены также условия синхронизации сети из систем ФХН со связным неориентированным графом. Предложен алгоритм управления синхронизацией при помощи одинакового для всех узлов внешнего стимула и алгоритмы управления синхронизацией при помощи настройки силы связи.

Все основные результаты работы являются новыми. Они могут быть использованы при изучении условий синхронизации в более сложных моделях нейрональной активности, которые, в свою очередь могут оказаться важными для разработки алгоритмов диагностики и лечения различных болезней нервной системы.

С.А.Плотников выступал с докладами на семинарах кафедры теоретической кибернетики математико-механического факультета СПбГУ, на семинарах лаборатории управления сложными системами ИПМаш РАН и семинарах группы нелинейной динамики Технического университета Берлина, куда С.А.Плотников ездил на стажировку, а также на ряде международных конференций. Он в 2015 году ездил на конференцию PhysCon-2015 в Турцию, а в 2016 году - на конференцию PSYCO-2016 в Голландию. Результаты диссертации были получены в ходе работ по гранту СПбГУ (проект № 6.38.230.2015) и РФФ (проект № 14-29-00142) и использованы в перечисленных проектах.

Все результаты диссертации получены автором самостоятельно. С.А.Плотников является вдумчивым и работающим исследователем, добивается решения предложенных ему задач.

Считаю, что диссертация «Управление синхронизацией и бифуркации в системах ФитцХью-Нагумо» Плотникова Сергея Александровича удовлетворяет требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 - дискретная математика и математическая кибернетика, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой степени.

Научный руководитель,
доктор технических наук, профессор

23.09.2016

Фрадков А.Л.

личную под
заверяю. Н
отдела к
Н.И. Маште



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей