

Отзыв научного руководителя

на диссертацию Кондрахина Павла Юрьевича

«Многоуровневое математическое моделирование эпилептических припадков»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.5.8. «Математическая биология, биоинформатика»

Научная работа Кондрахина Павла Юрьевича посвящена математическому и компьютерному моделированию нейрональной активности и эпилептических припадков. Представленное кандидатское диссертационное исследование является последовательным развитием концепции многоуровневого моделирования мозга, разработанной автором в рамках магистерской диссертации и связывающей процессы клеточного и регионального уровней в единой вычислительной системе.

В ходе выполнения кандидатской диссертационной работы П. Ю. Кондрахин успешно справился с поставленными задачами. Им разработан программный модуль «Brain» для платформы BioUML, обеспечивающий построение, редактирование и численный расчет математических моделей мозга с автоматическим формированием модульной структуры на основе матриц связности и временных задержек. Разработана биофизически детализированная модель нейрональной активности клеточного уровня, включающая пре- и постсинаптический нейроны, интернейрон, перисинаптический астроцит и внеклеточное пространство и учитывающая динамику основных молекулярных мишеней противоэпилептических препаратов. Клеточная модель интегрирована в многоуровневую модель эпилептических припадков, дополнительно расширенную за счет учета эфapticческих взаимодействий.

Особый научный интерес представляет реализованная в работе двунаправленная связь между уровнями модели: изменения клеточной активности и плотности АМПА-рецепторов отражаются на динамике регионального уровня, тогда как рассчитываемый на региональном уровне потенциал локального поля воздействует на мембранные потенциалы нейронов клеточного уровня. В проведенных вычислительных экспериментах показано, что модель воспроизводит ожидаемые противосудорожные эффекты при модуляции основных молекулярных мишеней противоэпилептических препаратов. Численно показано, что учет эфapticческих взаимодействий повышает синхронность спайковой активности нейронов и увеличивает продолжительность иктальных периодов.

Основная часть результатов диссертационной работы получена соискателем самостоятельно. П. Ю. Кондрахиным выполнены разработка программного модуля «Brain», разработка и модификация математических моделей, их интеграция в многоуровневую модель, реализация эфapticческих взаимодействий, постановка и проведение вычислительных экспериментов, анализ и визуализация полученных результатов. Следует отметить значительный объем выполненной программной и вычислительной работы, а также умение соискателя сочетать математические методы с биофизической интерпретацией моделируемых процессов.

Результаты исследования получили широкую апробацию. Материалы диссертации отражены в 11 научных работах, включая 4 статьи в рецензируемых научных журналах, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus, из которых 3 относятся к первому квартилю (Q1). Кроме того, результаты представлены в индексируемом Scopus сборнике трудов международной конференции и в сборниках трудов и тезисов российских и международных конференций. По результатам работы зарегистрирована программа для ЭВМ «Модуль Brain для платформы BioUML» и получен патент на изобретение «Способ моделирования активности головного мозга пациента с эпилепсией».

За время совместной работы П. Ю. Кондрахин проявил себя как самостоятельный и квалифицированный исследователь, способный формулировать и решать сложные междисциплинарные научные задачи. Для него характерны целеустремленность,

инициативность, внимательное отношение к постановке вычислительного эксперимента, критический анализ результатов и способность быстро осваивать новые методы. Он обладает широким кругозором в области математического моделирования биологических систем.

По результатам проверки диссертации в системе «Антиплагиат» доля оригинального текста составила 59.26%, самоцитирования – 37.28%, совпадений – 3.46%. Высокая доля самоцитирования обусловлена тем, что диссертационное исследование является дальнейшим развитием магистерской диссертации. Основная часть самоцитирований приходится на обзор литературы, тогда как основные результаты диссертационной работы являются новыми.

Диссертационная работа П. Ю. Кондрахина носит законченный характер, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью и полностью соответствует требованиям, установленным разделом II Положения о присуждении учёных степеней Автономной некоммерческой образовательной организацией высшего образования «Научно-технологический университет «Сириус», утверждённого приказом от 2 апреля 2026 г. № 469-ОД-У, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Кондрахин Павел Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.8. «Математическая биология, биоинформатика».

Научный руководитель,
доктор биологических наук,
Направление «Вычислительная биология»,
Научный центр генетики и наук о жизни

 Колпаков Федор
Анатольевич

Подпись Косиной Е.А.
заведующей
Руководитель группы
по работе с ННР
АНО ВО «Университет
«Сириус» 08.10.2026

Косуля И.С.

