

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Бауэр Светланы Михайловны на диссертацию Шпильмана Алексея Александровича на тему: «Анализ и компьютерное моделирование микротрубочковых структур», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Создание автоматических методов классификации изображений клеток может применяться в различных областях, и особенно важно применение этих методов в медицине. Такие методы приобретают все большее значение в задачах диагностики и выбора оптимального вида лечения, поэтому тема работы, безусловно, является **актуальной**.

Диссертация состоит из введения и трех глав. Во введении представлены цели и задачи работы, обосновывается ее актуальность и новизна, приведены основные положения, выносимые на защиту. Представлен также список опубликованных автором работ.

В первой вводной главе работы дано описание строения и функции микротрубочковых систем. Описаны три фазы роста микротрубочек, а также параметры характеризующие динамику микротрубочек. Описаны примеры самоорганизации микротрубочковых сетей. Отмечается, что понимание принципов, лежащих в основе самоорганизации микротрубочковых сетей важно для анализа живых систем. Отмечаются основные задачи, выполняемые с помощью методов анализа изображений. Представлен обзор работ, в которых для анализа изображений используются методы, основанные на глубоких нейронных сетях. Описан процесс «обучения» глубоких нейронных сетей. Представлен также обзор работ, в которых представлены модели как отдельных трубочек, так и микротрубочковых сетей, различающихся по геометрию системы, по определению динамики и т.д. Отмечается, что как правило, исследователи ограничиваются двумерными моделями, но двумерные модели вносят ограничения на начальное расположение микротрубочек, которое в случае таких моделей нельзя назвать случайным.

Во второй главе описаны методы анализа и классификации изображений микротрубочковых структур, используемые в работе. Описаны подходы и методы для борьбы с переобучением нейронных сетей, когда вместо выделения закономерностей в изображении, сеть просто «запоминает» набор данных.

33-06-623 от 16.11.2021

В третьей основной главе работы представлен анализ моделирования микротрубочковых систем. Проводится классификация и анализ клеточных изображений с помощью кластерной характеристики и сверточных нейронных сетей. Показано, что предобученная сверточная нейронная сеть классифицирует изображения микротрубочковых систем по концентрации химического агента таксол лучше кластерной характеристики и лучше экспертных оценок.

Представлена новая модель клеточного пространства, включающего микротрубочковые сети, позволяющая воспроизводить сложные эффекты, связанные с геометрией клетки. Такая модель позволяет воспроизводить эффекты, связанные с геометрией клетки, без учета дополнительных факторов.

Описана разработанная модель самоорганизации клеточной сети в квазитримерном пространстве. Такое моделирование позволило воспроизвести различные типы самоорганизации микротрубочек, наблюдаемые *in vitro*, без введения дополнительных условий.

В качестве замечания можно отметить следующее: автор использует большое количество специальных терминов («митоз», «молекулы ГТФ» и др), что, безусловно неизбежно в такой работе, однако иногда затрудняет чтение и требует дополнительных пояснений, которые не всегда приводятся. Имеется ряд мелких опечаток (стр. 4, 18, 48)

Сделанные замечания не снижают значения работы для теории и практики

Диссертация Шпильмана Алексея Александровича на тему: «Анализ и компьютерное моделирование микротрубочковых структур» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Шпильман Алексей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, профессор,

профессор кафедры теоретической и прикладной механики

математико-механического факультета СПбГУ

12.11.21.



Бауэр Светлана Михайловна