

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Никишина Игоря Игоревича на тему  
**«Развитие методов микроскопии высокого разрешения для исследования  
внеклеточных везикул»**,

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.10 Биомеханика и биоинженерия

Исследования внеклеточных везикул представляют теоретический и практический интерес. Одним из важных шагов в изучении их физиологической роли и диагностической перспективы является их автоматическое детектирование и характеристика на фотографических изображениях микропрепаратов.

Целью диссертационной работы И.И. Никишина является комплекс методик для описания характерных признаков внеклеточных везикул методами микроскопии высокого разрешения. В рамках диссертационной работы была разработана программа для автоматизированной обработки ПЭМ-изображений везикул и получения распределений частиц по размерам, которая основана на использовании нейронной сети Mask R-CNN. Точность полученной модели была протестирована на внешней тестовой выборке, результаты ее работы были сравнены с альтернативной моделью других авторов и показали преимущество созданной модели.

Также была передоложена и апробирована методика исследования внеклеточных везикул методом АСМ, которая позволила сократить время приготовления образца, а также была разработана методика корреляционной микроскопии, которая обеспечивает возможность исследования везикул методами АСМ и ПЭМ. Во время исследований связанных с отработкой этих методик был обнаружен новый потенциальный экзосомальный маркер – стоматин.

Результаты диссертационных исследований опубликованы в нескольких рецензируемых научных изданиях и доложены на конференциях.

Существуют небольшие замечания к автореферату:

1. Обычно разделы "Научная новизна" и "Степень разработанности темы исследования" идут после раздела Цели и задачи.

2. Более качественная и достоверная оценка точности предложенного метода на основе нейронной сети Mask R-CNN в первом подразделе третьей главы была бы получена при пятикратной кросс-валидации.

3. Во втором и третьем подразделах из текста автореферата не ясно, сколько было проанализировано изображений в описанных исследованиях. Возможно, эта информация приведена в тексте диссертации.

Высказанные замечания не влияют на общую оценку диссертационной работы, которая, в целом, выполнена на высоком методологическом и научном уровне, а проведенное исследование актуально и содержательно. В результате работы предложен комплекс методик для описания характерных особенностей внеклеточных везикул методами микроскопии высокого разрешения, который может быть востребован в исследовательской работе.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.10 «Биомеханика и биоинженерия», а Никишин И.И. заслуживает присуждения соответствующей ученой степени.

Зав. кафедрой биоинформатики МБФ  
ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ  
д.б.н., профессор РАН

А.А. Лагунин