

## ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Е. О. Цибульской “Численное и экспериментальное исследование процессов, протекающих в ротационном биореакторе при выращивании костной ткани”

Проблематика моделирования живых систем является сегодня чрезвычайно актуальной и востребованной. Потребности медицины инициируют интенсивные исследования как в области моделирования, так и в области механики сплошных сред. Специфические свойства биологических тканей требуют комплексного подхода, включающего методы как гидродинамики сложных систем, так и механики прочности. Важной задачей медицинской практики является моделирование процессов роста биологических тканей в специальных биореакторах. В ротационных биореакторах выращиваются, на специальной основе, биоматериалы, которые используются в качестве тканеинженерных имплантов.

В представленной работе Е. О. Цибульской решается задача определения оптимального режима работы биореактора с точки зрения создания заданного касательного напряжения потока жидкости для стимуляции дифференцировки стволовых клеток в клетки кости. Получена зависимость среднего касательного напряжения в зависимости от частоты вращения, определен режим работы, обеспечивающий равномерное механическое воздействие потока на выращиваемый клеточный материал. Сдвиг оси вращения основы аппарата приводит к циклическому воздействию потока на выращиваемый материал.

Работа вносит также интересный вклад в совершенствование методов обработки экспериментальных данных. Показана возможность вычисления чистых спектров отдельных флуорофоров на основе модифицированного алгоритма тензорного метода главных компонент. Используется ограничение числа компонент и их уточнение методом последовательных приближений.

Спектры костной ткани содержат четыре основные компоненты флуорофоров. В образцах, получаемых в ротационном биореакторе увеличивается интенсивность компоненты коллагена, по сравнению с образцами, выращиваемыми статично. Это говорит о более интенсивном нарастании костной ткани.

В работе Е. О. Цибульской с помощью численного моделирования на основе подробного описания гидродинамических процессов в реакторе впервые показано, что предложенную конструкцию биореактора можно применять для стимулирования дифференцирования стволовых клеток. Выполнен детальный анализ режимов течения, предложены методы развития технологии выращивания клеточного материала на тонких пленках.

Работа вносит весомый вклад как в гидродинамику сложных систем, так и в медицинскую практику выращивания костного материала. Большое значение имеет то, что в работе решаются реальные задачи, которые стимулируют исследования как сложных гидродинамических задач, так и развивают метод главных компонент-важный метод обработки экспериментальных спектральных данных. Полученные результаты свидетельствуют о широте научной эрудиции Елены Олеговны и обширном арсенале научных методов, которыми она владеет на высоком уровне. Иначе и нельзя в области исследования живых и биологических систем.

Результаты работы опубликованы в журналах из списков WoS и Scopus, используются в разработках технологий тканевой инженерии костных имплантов медиками НГУ, прошли апробацию на представительных конференциях.

Автореферат дает полное представление о диссертации, содержит подробное изложение вопроса, состояние исследований в этой области и дает четкое и ясное описание полученных результатов.

Считаю, что данная работа Елены Олеговны Цибульской является законченной научно-квалификационной работой, она полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, соответствует специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы, а ее автор безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по этой специальности.

Заведующий лабораторией дифференциальной геометрии

Института гидродинамики им. М. А. Лаврент

Д.ф.-м.н.

08.12.21

А. П. Чупахин

Подпись А. П. Чупахина заверяю

Ученый секретарь ИГиЛ СО РАН

К.ф.-м.н.

09.12.21

А.Хе

Чупахин Александр Павлович

ФГБУН Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН

Пр. ак. Лаврентьева, 15, Новосибирск, 630090

e-mail: [chupakhin@hydro.nsc.ru](mailto:chupakhin@hydro.nsc.ru)

office tel: +7(383)3331964