

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белоусова Кирилла Ильича «Моделирование конвективно-диффузионного массопереноса веществ при выборе конструкций и режимов функционирования микрофлюидных устройств», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Работы, выполненные в лаборатории А.А. Евстапова, всегда привлекают научной оригинальностью и практической реализацией. В диссертации его ученика К.И. Белоусова разработаны физические модели и проведено численное моделирование конвективно-диффузионного массопереноса молекул ДНК, РНК, ферментов и субстратов в различных микрофлюидных устройствах. Это направление микрофлюидики быстро развивается в мире и особенно актуально для отечественного биологического приборостроения.

Важным результатом диссертации является моделирование процессов массопереноса для обоснования конструкций микрофлюидных чипов, обеспечивающих заданную точность и воспроизводимость, что позволяет формировать макроэмульсии в генераторах капель с фокусировкой потока.

В работе оригинально выбраны числа Куранта и Пекле для параметризации расчетов при проведении моделирования методом конечных элементов. Разумно рассмотрено влияние отношения величин потоков дисперсной и непрерывной фаз и способа присоединения боковых каналов к центральному на качество перемешивания. Коллеги – экспериментаторы использовали результаты расчетов К.И. Белоусова для изготовления реальных микрофлюидных чипов, в которых подтверждалась правильность результатов численного моделирования, проведенного в диссертации. Поэтому следует отметить высокое практическое значение полученных результатов для создания микрофлюидных чипов.

Яркой особенностью диссертации К.И. Белоусова является численное моделирование перемешивания иммобилизованных реагентов на микрофлюидном чипе для биоломинесцентного ферментативного анализа воды. Доказательство основного результата работы проведено путем оценки эффективности пассивного перемешивания FMN в серпантинном канале микрофлюидного чипа и изучением геометрии изогнутых каналов с высокой интенсивностью образования вихрей.

Несомненное практическое значение этой диссертации состоит в создании процедуры выбора параметров расчета фазового поля, которая позволяет уменьшить время моделирования двухфазных потоков. Этот метод надо тиражировать при разработке полиферментных микрофлюидных чипов и экспериментальном использовании их в клиниках и лабораториях.

Результаты диссертации хорошо известны специалистам, докладывались на конференциях, опубликованы в центральных журналах и за рубежом. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

## Заключение

Считаю, что диссертационная работа Кирилла Ильича Белоусова «Моделирование конвективно-диффузионного массопереноса веществ при выборе конструкций и режимов функционирования микрофлюидных устройств», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, является научно-квалификационной работой, содержит решение актуальной научной проблемы и имеет важное теоретическое и практическое значение для экспериментальной физики.

Содержание автореферата К.И. Белоусова свидетельствует о том, что диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне, методическому уровню, а также практической значимости полностью соответствуют требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.20013 г. № 842, а Кирилл Ильич Белоусов заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Заведующий кафедрой биофизики  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
доктор биологических наук, профессор  
+7 (967) 608-56-43  
[VKratasyuk@sfu-kras.ru](mailto:VKratasyuk@sfu-kras.ru)

В.А. Кратасюк

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», 660041, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Свободный, 79. Тел.: +7 (391) 206-22-22, факс: +7 (391) 244-86-25. E-mail: [office@sfu-kras.ru](mailto:office@sfu-kras.ru), адрес сайта: <http://www.sfu-kras.ru>.



ФГАОУ ВО СФУ	
Подпись <u>Кратасюк</u>	заверяю
Начальник общего отдела _____	
* <u>24</u> *	11 20 <u>18</u>