

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**

Компьютерное моделирование процессов, проходящих в микрофлюидных устройствах, позволяет ускорить и упростить их разработку, а также проводить оптимизацию режимов их функционирования. Применение микрофлюидных технологий к электрофоретическому разделению открывает возможности для быстрого анализа: фрагментов ДНК, белков, олигонуклеотидов. При этом проведение исследований, направленных на поиск путей уменьшения дисперсии вводящейся зоны пробы, также является перспективным. Использование микрофлюидных чипов для проведения аналитических реакций уменьшает количество требуемых реагентов, время анализа и расширяет возможности проведения исследований на месте сбора пробы. Для достижения воспроизводимых результатов реакции необходимо решить непростую задачу перемешивания реагентов в микрофлюидном чипе. Самым верным подходом для решения этой задачи является разработка компьютерной модели такого процесса. В связи с этим, диссертационная работа Белоусова К.И., направленная на развитие моделирования конвективно-диффузионного массопереноса веществ в однофазных и двухфазных потоках в микрофлюидных устройствах и их совершенствование, несомненно, является актуальной.

К важным новым научным результатам, полученным в диссертационной работе, следует отнести: 1) предложенные изменения в определении числа Куранта и сеточного числа Пекле; 2) создание модели активного механического перемешивания реагентов в замкнутой камере микрофлюидного чипа на основе произвольного Лагранж-Эйлера метода; 3) оценку влияния различных факторов на качество перемешивания растворенных в дисперсной фазе реагентов при генерации капель в микрофлюидных устройствах.

Практическую значимость имеют: 1) новые подходы к определению шага времени и размера расчетной сетки метода конечных элементов при решении конвективно-диффузионных задач переноса концентрации веществ, а также параметра мобильности фазового поля для описания течения несмешиваемых жидкостей; 2) найденные режимы функционирования и конструкции микрофлюидных устройств для проведения электрофоретического разделения компонентов пробы; ферментативного анализа на месте забора пробы; генерации капель с ускоренным перемешиванием реагентов на этапе их формирования.

Результаты исследований, представленные автором, содержат новые научные знания, существенные для микрогидродинамики (микрофлюидики), аналитического приборостроения и компьютерного моделирования.

Автором опубликовано 23 работы по тематике диссертационного исследования, в том числе 7 работ — в научных журналах, рекомендованных ВАК, из них 4 — во входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science.

По тексту автореферата имеются следующие замечания:

- при описании первой части второй главы следовало бы уделить внимание природе возникающих ошибок счёта и объяснению ступенчатой формы зависимости «ошибок осцилляций» от числа Куранта;

- в описании исследования влияния положения боковых каналов и расходов фаз на качество перемешивания в процессе формирования капли не указаны вязкости используемых жидкостей;

- помимо предоставления коэффициентов корреляции, было бы полезно представить сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными в форме графика (например, перемешивание при различных частотах колебаний жидкости).

Тем не менее, отмеченные замечания не влияют на высокое качество диссертационной работы, где тщательно и внимательно были учтены допущения компьютерных моделей, которые были использованы для описания представленных процессов и подтверждены экспериментами. Можно с уверенностью сказать, что автореферат является полноценным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне.

Диссертационная работа «Моделирование конвективно-диффузионного массопереноса веществ при выборе конструкций и режимов функционирования микрофлюидных устройств» полностью удовлетворяет требованиям и критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Белоусов Кирилл Ильич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Старший научный сотрудник
центра фотоники и квантовых материалов,
кандидат технических наук
Чернышёв Василий Сергеевич

121205, Москва, Большой бульвар д.30, стр.1
Сколковский институт науки и технологий
+7-916-607-40-54
v.chemyshev@skoltech.ru

