

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цинкера Михаила Юрьевича  
«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ  
ВОЗДУХА В ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЯХ И ДЕФОРМИРУЕМЫХ  
ЛЕГКИХ ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ДЫХАНИЯ», представленной  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ

Диссертационная работа Цинкера М.Ю. посвящена решению актуальной задачи – разработке математических моделей легких, позволяющих оценить преодоления негативного воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека.

Цель работы – построение математической модели, позволяющей описывать процессы течения воздуха в воздухоносных путях (ВП) и легких человека, рассматриваемых как деформируемая пористая среда, в процессе дыхательного цикла – следует признать, как соответствующую проблеме.

Научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации, изложенные в автореферате, имеют научную новизну, в полной мере обоснованы и доказаны.

Хотелось бы особенно выделить положение 5: «Описание и анализ результатов численного моделирования течения воздуха, содержащего пылевые частицы реального дисперсного состава и плотности, а также количественные оценки оседания частиц в ВП человека; рассчитанные характеристики воздуха и легочной ткани в различные моменты дыхательного цикла». Этот анализ важен как теоретически, так и практически.

Текст автореферата изложен логично, грамотным научным языком. Автореферат оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

В конце автореферата указаны 12 публикаций с основными результатами диссертационного исследования, включая 10 статей в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК, 2 программных комплекса. Статьи опубликованы в профильных достойных изданиях.

Вместе с тем следует указать на **замечания** к работе, которые могут послужить также пожеланиями для дальнейшей работы автора:

1. Есть ряд опечаток, причем оригинальность и высокий уровень работы заставляют рассматривать некоторые опечатки, как возможные оригинальные нововведения автора. Например, на стр. 10 написано: «...D – тензор деформации скорости двухфазной среды...» вместо «тензор скорости деформации...».
2. На стр. 10 автореферата написано: «Фильтрация газовой фазы относительно твердого каркаса описывается с использованием закона Дарси...». Направление фильтрационного потока описывается с помощью  $k(H^{\wedge})$  – тензора проницаемости (2-го ранга) пористой среды. Такая постановка предполагает, что фильтрационный поток из какого-либо представительного объема проходит через соседние представительные объемы. В действительности обмен газом соседних объемов легких очень мал: через общие дыхательные пути возможно «маятниковое движение воздуха», если давление воздуха в участках различно, и через поры Кона возможно «просачивание» воздуха из одних альвеол в другие. В основном обмен газом между представительным объемом и деревом воздухоносных путей (5-й генерацией бронхов, по модели автора) должен происходить через каналы, «вмонтированные» в двухфазную сплошную среду. Наверное, из-за проблем с

построением сложной структуры мелких дыхательных путей от 5-го поколения ВП до альвеол и экономии вычислительных ресурсов при моделировании легких, других разумных альтернатив предлагаемому подходу фильтрации и закону Дарси просто нет. Тем не менее, было бы хорошо пояснить, можно ли указанные типы движения газа описать моделью автора и представить оценку возможных проявлений несоответствия закону Дарси.

Однако замечания не снижают общего хорошего и сильного впечатления от работы. Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационное исследование Цинкера М.Ю. «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЯХ И ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЛЕГКИХ ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ДЫХАНИЯ», является самостоятельным, логическим, обоснованным и завершённым исследованием в области физико-математических наук.

В заключение следует отметить, что рассматриваемая работа соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Цинкер Михаил Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

#### **Автор отзыва**

ФИО: Дьяченко Александр Иванович

Ученая степень: доктор технических наук

Год присуждения ученой степени и научная специальность, по которой присуждена ученой степени: 2004 г., 01.02.08 - биомеханика

Ученое звание: старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, лаборатория  
«Газообмена, биомеханики и барофизиологии» в отделе «Физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы в экстремальных условиях»  
Адрес: 123007 г. Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А.

Должность: ведущий научный сотрудник-зав. лабораторией-зав. отделом  
Контактная информация: тел. Раб. 8-499-195-6391, тел. Моб. 8-903-675-1700,  
эл.почта [alexander-dyachenko@yandex.ru](mailto:alexander-dyachenko@yandex.ru)

Подпись

/Александр Иванович Дьяченко/

Подпись д.т.н. Н.А. Дьяченко заверяю

Начальник отдела кадров Государственного научного центра Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

Подпись

/Галанина Н.А./