

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации Д.М. Денисихиной**

**«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ВОЗДУХООБМЕНА И ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ»,**

**представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по  
специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,  
газоснабжение и освещение**

Обеспечение нормативных параметров микроклимата в общественных зданиях и сооружениях различного назначения является одной из важнейших социально-значимых задач современной строительной индустрии, что, естественно, влечет за собой постоянное повышение требований к надежности методов проектирования соответствующих систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВиК). Благодаря быстрому росту производительности компьютеров, на рубеже XX-XXI веков в этой области сформировалась отчетливая тенденция к переходу от классических интегральных методов расчета характеристик микроклимата, применявшихся ранее при проектировании ОВиК, к использованию дифференциальных подходов, базирующихся на детальном описании вентиляционных течений и сопутствующих процессов тепло- и массообмена в рамках трехмерных математических моделей. Однако, вплоть до настоящего времени эти подходы используются лишь специалистами в области математического моделирования для решения тех или иных конкретных задач, а научно обоснованная общая методология их применения отсутствует, что делает, по существу, невозможным широкое внедрение дифференциальных подходов в практику проектирования. Диссертация Д.М. Денисихиной, в которой обобщен более чем двадцатилетний опыт работы автора в области численного моделирования процессов смешанно-конвективных течений и процессов переноса тепла и массы примесей в рамках трехмерных стационарных и нестационарных уравнений Рейнольдса и процессов радиационного теплообмена в неизотермических газо-воздушных смесях, в значительной мере заполняет этот пробел и, тем самым, вносит весомый вклад в решение рассматриваемой проблемы.

Этот вклад состоит в разработке общей структурной схемы решения задач воздухообмена и воздухораспределения численными методами и классификации вентиляционных течений с точки зрения уровня математического моделирования необходимого для их описания. Не менее важными с методологической точки зрения являются представленные в диссертации результаты исследований, направленных на обоснование возможности использования полуэмпирических двухпараметрических моделей замыкания уравнений Рейнольдса при расчете характеристик различных вентиляционных течений и необходимости учета радиационного теплообмена при расчете параметров микроклимата в объеме помещений общественных зданий различного назначения. К числу основных достижений Д.М. Денисихиной следует также отнести комплекс экономичных математических моделей, предназначенных для описания влияния на микроклимат

и качество воздуха в общественных зданиях различного назначения (зрительных залах, спортивных аренах и т.п.) «человеческого фактора», то есть присутствия в них зрителей и участников представлений/спортсменов. Среди них следует особо отметить оригинальную экономичную полуэмпирическую модель для учета влияния турбулентного следа, формирующегося за движущимися по льду спортсменами, на тепломассообмен в окрестности ледового покрытия спортивных арен.

Наряду с перечисленными научно-методическими исследованиями, в диссертации выполнен огромный объем масштабных численных исследований вентиляционных течений в реальных зданиях и сооружениях (крытых ледовых арен, зрительных залов, бассейнов и др.). Результаты этих исследований, с одной стороны, подтверждают эффективность созданной теоретической базы, а с другой, представляют непосредственный практический интерес. Отметим, в частности, что с использованием разработанной методологии предложено новое отопительно-охлаждающее потолочное устройство для помещений различного назначения, оригинальность которого подтверждена патентом РФ на изобретение (данное устройство уже реализовано в одной из аудиторий СПбГАСУ).

Наконец, на основе выполненных исследований сформулированы ясные и чрезвычайно полезные для проектных организаций рекомендации по применению методов численного моделирования при проектировании объектов ВОиК и, что немаловажно, очерчены перспективы дальнейших исследований в этом направлении.

Автореферат написан ясным научным языком, хорошо структурирован и дает ясное представление о содержании диссертации.

Материалы диссертации Д.М. Денисихиной многократно докладывались ею на представительных российских и международных конференциях, симпозиумах и форумах и хорошо известны специалистам, а опубликованные по теме диссертации работы, в том числе, монография «Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования» как по числу, так и по качеству удовлетворяют соответствующим требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Какие-либо серьезные замечания по автореферату отсутствуют. Можно отметить лишь наличие в тексте ряда стилистических шероховатостей, чрезмерную лаконичность подписей к рисункам и некоторые терминологические неточности (например, в качестве основы моделирования автор иногда называет уравнения Навье-Стокса, а иногда – уравнения Рейнольдса, что далеко не одно и то же). Кроме того, вывод о применимости двухпараметрических моделей турбулентности, в частности, нелинейной  $k-\varepsilon$  модели к расчету вентиляционных течений следовало бы сформулировать более осторожно: хорошо известно, что полуэмпирические модели турбулентности не универсальны, и область применимости любой из

них ограничена течениями, на которых проводилась калибровка эмпирических констант и валидация путем сравнения с экспериментом.

Указанные погрешности ни коим образом не сказываются на общей высокой оценке диссертации Денисихиной Дарьи Михайловны. Можно с уверенностью констатировать, что она является масштабным законченным научным трудом и полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а автор работы заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий лабораторией «Вычислительная гидроаэроакустика и турбулентность» ФГАОУ ВО «СПбПУ»



Адрес: 195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр. д.28.  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет»  
Тел: (812) 329-47-91; e-mail: strelets\_mh@spbstu.ru