



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВПО СПбГУ ГА)

ул. Пилотов, д. 38,  
Санкт-Петербург, 196210  
тел. (812) 704-15-19  
факс (812) 704-18-63  
e-mail: info@spbguga.ru

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации **Лариной Е.В.**  
**«Численное моделирование высокоскоростных турбулентных течений на основе двух и трехпараметрических моделей турбулентности»**, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация посвящена разработке и верификации модифицированных версий трехпараметрических  $k-\omega-\mu_t$  и  $k-\varepsilon-\mu_t$  моделей турбулентности применительно к расчету сверхзвуковых течений сжимаемого вязкого газа. Учтены важные факторы, связанные с дополнительными временными масштабами неравновесности, турбулентного давления и вязких эффектов.

Особенно впечатляет вполне приемлемое согласие расчетов и экспериментов для распределения давления в дальнем поле сверхзвуковой струи, истекающей в затопленное пространство. Работа выполнена на высоком профессиональном уровне и ее квалификационная состоятельность не вызывает сомнений. Апробация работы вполне достаточная. По автореферату можно сделать несколько замечаний.

1. Несколько странно, что в числе обзореваемых для сравнения моделей отсутствуют MSST с множественными модификациями, однопараметрические модели вихревой вязкости Спаларта-Аллмареса и Секундова-Гуляева. В 2013г в ИПМ им.М.В.Келдыша РАН защищена докторская диссертация Усачовы А.Е. «Разработка и верификация многоблочных вычислительных технологий в пакете VP2/3 с приложениями к фундаментальным и прикладным задачам аэромеханики и теплофизики», в которой решен ряд задач сверхзвукового обтекания тел с использованием MSST.
2. Постановки задач представлены неполно. В особенности это касается теплообмена. Не ясно, какие пристеночные функции применяются, в частности, для тепловых потоков? Какими задавались входные параметры: кинетическая энергия и масштаб турбулентности, вихревая вязкость?
3. На каких сетках были проведены расчеты и каков был  $u^+$  для низкорейнольдсовых моделей?
4. Непонятно, можно ли использовать развитые трехпараметрические модели для расчета нестационарных течений?
5. Насколько адекватно отображается ударно-волновая картина струйных течений, в особенности, дисков Маха?
6. Выводы 6 и 8 в автореферате должным образом не обоснованы.
7. Непонятно, какую смысловую нагрузку в работе несут результаты расчета по модели крупных вихрей, тем более, что использованная модель не конкретизирована?

В целом, представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием по разработке и верификации трехпараметрических моделей турбулентности для расчета сверхзвуковых потоков. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским

диссертациям, а ее автор Ларина Е.В. заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Профессор кафедры механики  
Санкт-Петербургского государственного  
университета гражданской авиации,  
заведующий лабораторией фундаментальных  
исследований. д.ф.-м.н., проф.

С.А.Исаев

Подпись профессора Исаева С.А. заверяю

	<i>С.А.Исаева</i> (Инициалы, фамилия)
	<i>Заведующий лабораторией</i> (Должность)
	<i>Е.В.Совенникова</i> (Инициалы, фамилия)