

Отзыв научного консультанта на диссертацию Любимова Дмитрия Александровича «АНАЛИЗ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙНЫХ И ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ТРД КОМБИНИРОВАННЫМИ RANS/LES-МЕТОДАМИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности

01.02.05

Описание и расчет турбулентных течений, несмотря на огромные усилия выдающихся исследователей таких как Рейнольдс, Прандтль, Колмогоров и многих других, по-прежнему остаются важной и трудной проблемой. Особенно это касается сложных пространственных течений, типичных для авиационных приложений. Разработанные автором диссертации новые методы, основанные на прямом или полу прямом численном моделировании, которые не нуждаются в дополнительных эмпирических константах и функциях, в значительной степени решают эту проблему, открывая новое научное направление. Это направление дает новые и весьма перспективные возможности решения очень многих важных научных и практических задач. В этой связи представленная диссертация несомненно актуальна.

Дмитрия Александровича отличает большая работоспособность и высокая требовательность к своим исследованиям, стремление добиваться всегда наилучшего результата, превышающего остальные известные данные. За время учебы в МФТИ и прохождения практики в ЦИАМ в группе А.Н. Крайко, в период работы в «НПО машиностроения», наконец, в течение последних 19 лет работы в ЦИАМ Любимов Д.А. приобрел огромный опыт и навыки работы в газовой динамике, турбулентности и самых разнообразных приложениях вычислительных методов. Именно эти особенности Дмитрия Александровича и способствовали его успеху при создании уникального вычислительного алгоритма и нескольких программных комплексов для прямого численного моделирования турбулентных течений.

Дмитрию Александровичу удалось найти, пожалуй, оптимальный набор всех компонент численного метода, которые определяют его работоспособность. К их числу относятся: использование комбинированных RANS/LES подходов; общая консервативность вычислительной процедуры; высокий (5-ый и даже 9-ый) порядок неявной схемы; использование в сложных ситуациях неявной подсеточной модели турбулентности и многие другие технологические приемы. Следует отметить, что многие годы автор диссертации разрабатывал и совершенствовал свои вычислительные программы и алгоритмы практически в одиночестве, лишь в последние годы у него появились ученики и продолжатели его идей. Примерно в тоже время в СПбГУ (Санкт-Петербург) начали похожие разработки довольно многочисленная группа М.Х.Стрельца и М.Л. Шура. И надо отметить, что Любимов успешно справился с возникшей естественной (пусть весьма доброжелательной) конкуренцией и в ряде задач сумел превзойти результаты этого известного коллектива.

В диссертации, с помощью созданных автором методов прямого численного моделирования, проведено расчетное исследование разнообразных сложных турбулентных течений и получено много новых интересных результатов для турбулентных течений. Особенно выделяются результаты, которые было невозможно получить другими расчетными методами или трудно получить экспериментально. К числу, в частности, относятся анизотропное растекание пристеночной струи из выхлопного сопла самолета вдоль аэродромной поверхности. Получение картины акустических волн вблизи лепестков шевронных шумоглушащих сопел и наглядное объяснение причин повышения шума в высокочастотной части спектра. Обнаружение чрезвычайно высокой чувствительности течения в струе к очень малой несоосности сопел современного двухконтурного двигателя. Выяснение причин и источников повышения шума самолета из-за отклонения закрылков крыла на режимах взлета и посадки, в том числе при наличии угла атаки. Обнаружение асимметрии течения в кольцевых осесимметричных диффузорных каналах.

Впервые показаны позитивные результаты воздействия синтетических струй на уменьшение области отрывных течений в переходных каналах ТРД.

Кроме рассмотренных в тексте диссертации течений, ее автор принимал и принимает сейчас участие в нескольких прикладных работах, в которых его методы численного моделирования особенно важны. В частности, им были рассмотрены особенности нестационарного взаимодействия холодных следов за направляющим аппаратом с рабочими лопатками турбины и показано, что температура на вогнутой стенке лопаток выше на 100К-150К, чем на выпуклой стороне. Любимов Д.А. принимал участие в исследовании течения в малоэмиссионной камере сгорания стационарной ГТУ, и эти результаты показали возможное существенное различие между методами RANS и LES.

Все перечисленные результаты имеют несомненное научное и практическое значение и оказали влияние на другие расчетные и экспериментальные работы ЦИАМ по сходным направлениям.

Считаю, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, в ней получено много новых важных результатов. Все компоненты диссертации соответствует требованиям ВАК. Ее автор, Любимов Дмитрий Александрович, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05.

Научный консультант:

доктор технических наук,
профессор

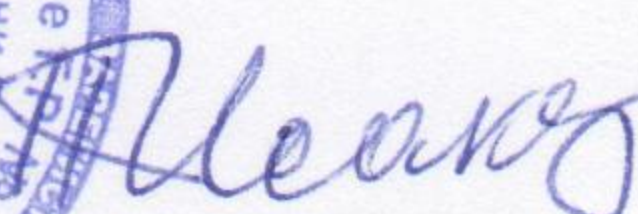


Секундов А.Н.

Подпись сотрудника ЦИАМ Секундова Александра Николаевича заверяю.

Ученый секретарь совета ЦИАМ, к.т.н.



 Исакова Н.П.

14 апреля 2014 года