

**Отзыв научного руководителя на диссертационную работу Чепрасова
Сергея Александровича «Разработка модели турбулентности и
исследование особенностей моделирования течения и шума струй со
скачками уплотнения на основе методов RANS и LES» представленную на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.02.05.**

Сергей Александрович Чепрасов окончил ФАЛТ МФТИ, сейчас он заканчивает аспирантуру и 5 год работает в ЦИАМ в должности научного сотрудника. За сравнительно небольшое время он провел несколько разнообразных и важных исследований. В частности он выполнил интересное экспериментальное исследование в турбулентных струях, используя термоанемометр, обнаружил необычную особенность периодических колебаний в ядре струи. Он успешно овладел численными методами решения уравнений Навье-Стокса, освоил пакет прикладных программ ANSYS Fluent. Выполнил несколько расчетных исследований сложных сверхзвуковых струйных течений со скачками уплотнения методами RANS, разработал новую модификацию модели турбулентности. С.А. Чепрасов освоил методы прямого численного моделирования крупных вихрей (метод LES) и впервые в ЦИАМ выполнил прямым численным методом расчеты спектров и диаграмм направленности шума сжимаемых струй. Опубликовал 7 статей по этим темам, рассказал о своей работе на 7 конференциях и семинарах и написал диссертационную работу.

В этом году он начал заниматься методами расчета турбулентного горения, сейчас его статья о структуре фронта пламени направлена в ТВТ.

Теперь собственно о содержании его диссертации. Развитием и совершенствованием теории турбулентных струй около 80 лет занимается большое количество исследователей, начиная с пионерских работ Генриха Наумовича Абрамовича. Может показаться, что турбулентные струи проще другого классического течения - турбулентного пограничного слоя. Однако, это не так. Численные методы расчета пограничного слоя в настоящее время не

вызывают особых трудностей, а вот теория и методика расчета струйных течений по-прежнему остаются серьезной проблемой. В первую очередь это связано с многомасштабностью. Тонкий пограничный слой на кромке сопла в сотни раз меньше характерного размера самой струи и то же время он оказывает заметное влияние на всю струю. Наличие скачков уплотнения в сжимаемых нерасчетных струях добавляет еще ряд новых масштабов. Сергей Александрович в своей работе пытается, хотя бы частично, решить указанные проблемы и поэтому содержание его диссертации несомненно актуально.

Прежде всего, следует отметить его результаты, связанные с попытками преодолеть сложности моделирования области перехода от пристеночного пограничного слоя к развитому слою смешения струи. Наилучшие результаты удалось получить при использовании турбулизирующей решетки внутри сопла в методе прямого численного моделирования LES. В то же время эти расчеты показали, какие серьезные проблемы существуют при моделировании этой области течения и, что даже очень существенное увеличение расчетной сетки может не решить эту проблему.

Второе важное направление его исследования связано со сжимаемыми струями при наличии скачков уплотнения. Интересен случай коаксиального сопла в спутном потоке, который имитирует наиболее типичные условия реальных выхлопных авиационных струй. Оказалось, что метод RANS и популярные дифференциальные модели турбулентности в этом случае весьма неточно описывают темп затухания скачков уплотнения. Перебрав множество модификаций, автор диссертации сумел найти нестандартный метод уточнения известных двухпараметрических моделей турбулентности, использующих понятие турбулентной вязкости. Этот успех был получен благодаря результатам численного анализа методом LES взаимодействия скачка уплотнения с турбулентным слоем смешения.

Третье направление, которое следует отметить, связано с изучением возможностей численной схемы 2-ого порядка конечно-разностной аппроксимации для описания акустических волн и шума околосвуковых и

сверхзвуковых струй. Применяя современный подход с использованием поверхности Кирхгоффа и интеграла Фокс Вильямса – Хоукинга, автор сознательно использовал сравнительно грубые расчетные сетки (менее 10 миллионов ячеек) с тем, чтобы выяснить погрешности, возникающие при массовых инженерных расчетах шума, в организациях не имеющих доступа к суперкомпьютерам.

Считаю, что диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне и соответствует требованиям ВАК. А ее автор, Чепрасов Сергей Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель, профессор, д.т.н.

5 июня 2014 г.



Секундов А.Н.

Подпись сотрудника ЦИАМ Секундова Александра Николаевича удостоверяю:

Ученый секретарь ЦИАМ, к.ф.-м.н.



Исаева Н.П.