

Kingston University London

Faculty of Science, Engineering and Computing

Roehampton Vale
Friars Avenue
London SW15 3DW

T 020 8547 7948
www.kingston.ac.uk

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Лаврищевой Любови Сергеевны на тему: «Численное моделирование обтекания объектов морской техники и разработка технологии оптимизации формы гребного винта», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05. – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Л.С. Лаврищевой содержит совокупность научно-исследовательских разработок современных средств математического моделирования сложных процессов, протекающих при обтекании объектов морской техники. Необходимость создания физико-математических моделей и реализующих их средств численного моделирования, а также требования практики, связанные с повышением точности численных прогнозов и оптимизацией формы гребных винтов, и трудности использования лабораторного эксперимента, определяют **актуальность темы** диссертационной работы.

Создание новых математических моделей, их всесторонняя верификация на основе решения широкого круга задач, применение разработанных средств численного моделирования для решения практических задач с использованием современных подходов к моделированию турбулентности определяют **научную новизну** диссертационной работы Л.С. Лаврищевой.

Хорошее согласование полученных результатов численного моделирования с экспериментальными данными в широком диапазоне параметров определяет **достоверность полученных результатов**. В работе также проведен анализ чувствительности результатов численного моделирования к компонентам математической модели, модельным и вычислительным параметрам.

Практическая значимость диссертационной работы не вызывает сомнений и

09/2-17 от 16.01.2019

обусловливается необходимостью разработки средств численного моделирования и оптимизации формы гребного винта для улучшения его коэффициента полезного действия. Полученные результаты имеют важное практическое и фундаментальное значение. Программный код и результаты численного моделирования используются в Суперкомпьютерном центре математического моделирования ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

Диссертация написана ясно и четко. Представленные материалы основаны на глубоком и обширном авторском исследовании, они подробно обсуждены. По полученным результатам численного моделирования и оптимизации делаются обоснованные и значимые выводы. Материалы и стиль изложения, использованные модели и подходы, сформулированные выводы и обобщения говорят о глубокой эрудиции и высокой квалификации автора. Анализ публикаций автора позволяет сделать заключение о том, что основные результаты его исследования в полной мере опубликованы в рецензируемых изданиях.

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации в должной степени обоснованы, их достоверность подтверждена тестовыми исследованиями, сравнительными проработками. Работа имеет высокий уровень новизны.

По диссертации имеются следующие замечания и пожелания.

1. В главе 1 следовало бы привести классификацию и краткую характеристику подходов, используемых для моделирования турбулентных течений, а также дать оценку преимуществ, недостатков и перспективности применения таких подходов к решению задач исследуемого класса. Формулировка математической модели в главе 1 требует пояснений. Уравнения неразрывности и изменения количества движения (1.7) формулируются для несжимаемой жидкости, а уравнения модели турбулентности (1.8) и (1.9) – для сжимаемого газа. Структура изложения материала также требует некоторых корректировок. В частности, в главе 1 при анализе имеющейся литературы широко используются коэффициенты упора и момента, в то время как их определение дается только в главе 2. Следует также обратить внимание на единицы измерения, например, единицы измерения динамической вязкости (см. страницы 28, 70, 74 и т.д.), которые указаны неверно.

2. Качество расчетной сетки в пристеночной области описывается безразмерной пристеночной координатой y^+ . Использование той или иной модели турбулентности

накладывает определенные ограничения на допустимый интервал безразмерной пристеночной координаты y_{plus} . В работе указывается интервал от 30 до 120. Однако используемая SST-модель турбулентности относится к низкорейнольдсовым моделям, обеспечивая разрешение поля течения вплоть до стенки, а первый узел сетки должен находиться за пределами вязкого подслоя ($y_{plus} < 2$). Построение сетки и оценка ее качества около стенки требуют пояснений, также как и вопрос, связанный с использованием пристеночных функций для высокорейнольдсовых моделей турбулентности (применялись ли пристеночные функции в расчетах?).

3. Не совсем понятным остается учет ламинарно-турбулентного перехода в рамках решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса, замкнутых при помощи полуэмпирической модели турбулентности. Полуэмпирические модели турбулентности не способны дать прогноз положения точки перехода, если только эта точка не заложена в саму модель. Представляется, что вопрос о ламинарно-турбулентном переходе недостаточно полно освещен в работе и требует дальнейшего обсуждения.

4. Представляет интерес выбор языка программирования (Java) для написания программного кода. Хотелось бы услышать комментарии автора по этому поводу, а также обоснование такого выбора, поскольку выбор языка программирования во многом определяет и накладывает ограничения по интеграции программного кода с другими средствами численного моделирования. При этом обращает на себя внимание полное отсутствие комментариев в тех кодах/скриптах, которые приведены в приложениях А-Г. Такой подход к программированию представляется неприемлемым, делая затруднительным понимание и использование программных наработок другими исследователями.

5. Необходимо конкретизировать некоторые термины (метамодель, корневой вихрь и т.п.). Было бы полезным избежать некоторых пафосных выражений типа «вершина инженерных компьютерных технологий» и других. Нумеровать следует только те уравнения и формулы, на которые имеются ссылки в тексте работы. Стоит также быть последовательным в использовании точки или запятой при представлении вещественных чисел, точки или звездочки в качестве знака умножения (см., например, Таблицы 4.1 и 4.2).

6. Анализ литературных источников представляется недостаточным. Список литературы содержит лишь 50 источников. Многие из статей были опубликованы более 10 лет назад. Остается непонятным, является ли это пренебрежением автора к поиску

литературы в отечественных и зарубежных изданиях или такие публикации отсутствуют вовсе, а автор диссертации является первопроходцем в применении вычислительных технологий к задачам оптимизации гребных винтов. В частности, анализ имеющейся литературы помог бы автору в должной мере обосновать выбор модели турбулентности.

Сделанные замечания не влияют на качество диссертационной работы и ее высокую оценку и лишь подчеркивают интерес к разработанным средствам численного моделирования и оптимизации, а также к полученным результатам.

Диссертация Лаврищевой Любви Сергеевны на тему: «Численное моделирование обтекания объектов морской техники и разработка технологии оптимизации формы гребного винта» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Лаврищева Любовь Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05. – Механика жидкости, газа и плазмы. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук



Волков К.Н.

16 января 2019