

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Соловьева Сергея Юрьевича** на тему **«Аэродинамика судов и морских сооружений с учетом пограничного слоя атмосферы»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика»

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертация посвящена разработке, апробации и внедрению новых экспериментальных средств и методов, позволяющих воспроизводить в аэродинамической трубе нижнюю часть приземного пограничного слоя. С помощью физического моделирования определяются аэродинамические характеристики судов и различных морских сооружений. Тема диссертационной работы является актуальной по нескольким причинам:

– Определение аэродинамических характеристик судов и морских сооружений без учета атмосферного пограничного слоя, как правило, приводит к существенному завышению ветровой нагрузки для отдельных направлений ветра.

– Исследования по влиянию пограничного слоя на структуру потока над взлетно-посадочными площадками судов и морских платформ чрезвычайно важны для разработки рекомендаций для безопасного использования вертолетов при взлете и посадке. Проблема требует тщательного изучения для устранения нештатных ситуаций и аварий вертолетов, связанных с воздействием ветра.

– Современные руководящие документы по проектированию судов (Правила Российского морского регистра судоходства), вертолетных площадок на судах и морских платформах (DOC 9261–AN/903 International Civil Aviation Organization), гидротехнических сооружений (СП 38.13330.2012 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения») содержат требования и рекомендации по учету влияния основных

характеристик приземного пограничного слоя при определении ветровых нагрузок.

### **Научная новизна**

Научная новизна и основные результаты работы заключаются в следующих положениях:

– Разработаны требования и технические решения для создания ландшафтной аэродинамической трубы, в которой моделируется приземная часть пограничного слоя атмосферы. Аэродинамическая труба предназначена для проведения исследований ветрового воздействия на суда и сооружения с использованием крупномасштабных моделей.

– Разработана методика моделирования основных характеристик пограничного слоя в рабочей части ландшафтной аэродинамической трубы и проведена ее верификации.

– Создана математическая модель, основанная на использовании методов множественной линейной регрессии, которая позволяет получать оценки аэродинамических характеристик надводной части судна в пограничном слое атмосферы.

– Получены новые результаты экспериментальных исследований влияния пограничного слоя на параметры потока в области взлетно-посадочной площадки в присутствии надводных частей судов и сооружений.

– Разработан метод оценки ветровой нагрузки на пришвартованные суда и объекты морской инфраструктуры, расположенные в областях со сложным рельефом местности.

### **Практическое значение**

Практическое значение результатов диссертации очевидно, поскольку на основе разработанных автором требований и технических решений создана первая в России ландшафтная аэродинамическая труба, технические параметры которой обеспечивают выполнение исследований в области

аэродинамики для широкого класса объектов судостроительной, градостроительной и мостостроительной отраслей. Созданная ландшафтная аэродинамическая труба и технология моделирования основных характеристик пограничного слоя атмосферы внедрены в исследовательскую деятельность Крыловского государственного научного центра – ведущую научную организацию судостроительной отрасли. Результаты диссертационной работы использованы при проектировании 52 судов и различных сооружений конструкторскими бюро и проектными институтами из России и зарубежных стран. Реализация результатов научных исследований подтверждена 11 актами о внедрении.

#### **Публикации и апробация полученных результатов**

Результаты исследования доложены на 26 международных и российских конференциях. По материалам диссертации опубликовано 35 работ, в том числе 1 монография, 14 статей в рецензируемых изданиях и в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 4 патента, 2 свидетельства программ для ЭВМ.

#### **Достоверность полученных результатов**

Приведенные в диссертации результаты получены в ходе экспериментальных исследований с использованием современных средств измерений с действующей метрологической аттестацией. В процессе разработки методики моделирования пограничного слоя проведена ее верификация, которая показала согласование полученных результатов с имеющимися натурными данными. Результаты оценок аэродинамических характеристик судов, полученных с использованием разработанной математической модели, согласуются с экспериментальными данными.

## **Структура работы и оформление**

Диссертация имеет хорошо продуманную структуру. Она состоит из 6 глав, введения и заключения. Первая глава описывает состояние проблемы моделирования нижней части атмосферного пограничного слоя. Вторая глава содержит описание и обоснование конструкции ландшафтной аэродинамической трубы. В третьей главе изложена методика моделирования приземного пограничного слоя. Остальные главы посвящены исследованиям аэродинамики судов, методу моделирования судов и сооружений в прибрежной полосе с учетом рельефа местности и аэродинамическим проблемам при сооружении и эксплуатации морского моста. Список литературы насчитывает 239 наименований. В приложении помещены патенты на изобретения и акты о внедрении результатов работы.

Диссертация хорошо оформлена, написана понятным языком и содержит достаточное количество иллюстраций.

## **Автореферат**

Содержание автореферата в полной мере отражает содержание диссертации.

## **Замечания**

В диссертации присутствуют моменты, заслуживающие дискуссии.

1. Ландшафтная аэродинамическая труба, в отличие от многих других аэродинамических труб с длинной рабочей частью, не имеет сопла. Сопло необходимо для создания однородного малотурбулентного потока в рабочей части, который затем изменяется различными способами при моделировании пограничного слоя. Наличие сопла усложняет конструкцию аэродинамической трубы, но предоставляет дополнительные возможности. Диссертация бы выиграла, если бы содержала обсуждение преимуществ и недостатков присутствия сопла и обоснование принятого решения.

2. Во многих трубах с закрытой рабочей частью уделяется внимание созданию потока с нулевой продольной проекцией градиента давления, потому что в натуральных условиях эта проекция равна нулю. С этой целью предусматривается расширение площади поперечного сечения сопла вниз по потоку, чтобы компенсировать потери давления, связанные с трением на стенках рабочей части. Особенно это важно в окрестности расположения исследуемой модели. Некоторые трубы имеют регулируемый профиль верхней стенки. В диссертация эта проблема не обсуждается.

3. Аэродинамическая труба снабжена системой кондиционирования, поддерживающей температуру воздуха на постоянном уровне, и хонейкомбом. Хотелось бы, чтобы на схеме аэродинамической трубы (рис. 2.1) было обозначено расположение вытяжных и приточных отверстий кондиционера и хонейкомба. Правда, в автореферате этот недостаток частично устранен. На схеме в автореферате обозначено расположение хонейкомба.

4. Диссертация содержит некоторое количество опечаток. Иногда опечатки искажают содержание. Например, на с. 155 универсальная газовая постоянная приведена с неправильной размерностью, на с. 39 есть опечатки в ссылках на формулы.

Сделанные замечания либо носят характер пожеланий, либо относятся к оформлению работы и не изменяют общую положительную оценку диссертации.

### **Выводы**

1. Диссертация Соловьева Сергея Юрьевича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения в области аэродинамики судов и морских сооружений, внедрение которых вносит значительный вклад в

развитие методов и средств проведения экспериментальных исследований кораблей, судов и морских сооружений.

2. Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней», (утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор Соловьев Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.08.01 «Теория корабля и строительная механика».

Отзыв составил Рябинин Анатолий Николаевич, доктор физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, профессор кафедры гидроаэромеханики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». Адрес: 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9, Тел. +7 (812) 428-49-11, e-mail: [a.ryabinin@spbu.ru](mailto:a.ryabinin@spbu.ru).

Официальный оппонент,  
профессор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный университет»

А.Н. Рябинин

Личную подпись Рябинина А.Н. удостоверяю:

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ  
ГУОРН  
ОС СУВОРОВА



22.03.2021