

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе СПбГУ
С.В. АПЛОНОВ



09 2018

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Диссертация «Численное моделирование обтекания объектов морской техники и разработка технологии оптимизации формы гребного винта» выполнена на кафедре гидроаэромеханики Санкт-Петербургского государственного университета.

В период подготовки соискатель Лаврищева Любовь Сергеевна обучалась в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» и работала инженером в Крыловском государственном научном центре.

В 2015 г. окончила Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, факультет Авиа- и Ракетостроения по специальности «Гидроаэродинамика».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Научный руководитель – Матвеев Сергей Константинович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры гидроаэромеханики Санкт-Петербургского государственного университета.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность работы:

На сегодняшний день оптимизация является одной из самых актуальных задач в промышленности, поэтому широко применяется в таких сферах как авиация и космос, автомобилестроение, турбомашиностроение и судостроение.

Настоящее диссертационное исследование посвящено оптимизации в области судостроения, а именно разработке технологии оптимизации формы гребного винта с целью улучшения его коэффициента полезного действия (КПД) при строго заданных ограничениях по показателям упора, момента и давления в области течения.

Оптимизация гребного винта является сложнейшей задачей по причинам недостаточного количества рекомендаций по созданию автоматизированного процесса поиска оптимальной формы винта, малой степени изученности параметров лопасти гребного винта, а также больших трудностей в параметрическом представлении лопасти движителя.

Все эти задачи успешно решены в диссертации и внедрены на предприятии.

Цель диссертационной работы

Цели диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Численное моделирование обтекания моделей гребных винтов в однородном потоке. Создание методики построения расчетных сеток, обеспечивающих удовлетворительную точность при сравнении с экспериментальными данными, и одновременно имеющих сравнительно небольшую размерность и быструю сходимость. Разработка программы автоматизации численного моделирования параметрической модели гребного винта в однородном потоке.
2. Разработка универсальной технологии оптимизации формы гребных винтов в однородном потоке на основе метамоделей.
3. Численного моделирование буксировочных и самоходных испытаний математических моделей объектов морской техники по своей форме близких к реальным коммерческим судам. Автоматизация технологии численного моделирования обтекания корпуса судна с гребным винтом при помощи создания программного кода.
4. Разработка технологии обратного проектирования параметрических моделей гребных винтов по имеющимся данным профиля лопасти и таблицам распределения характеристик гребного винта по относительным радиусам

его лопасти (шаг, ширина, толщина, кривизна, откидка и саблевидность лопасти).

5. Разработка технологии оптимизации формы гребного винта за корпусом судна при помощи метамоделей.

Степень достоверности и новизна результатов проведенных исследований:

Все перечисленные выше результаты являются новыми, получены соискателем лично.

Достоверность результатов обеспечена: хорошим согласованием результатов расчета с экспериментальными данными, а также систематической проверкой получаемых в ходе расчета решений на независимость от используемой расчетной сетки.

Научная новизна работы:

1. Полностью автоматизирован расчет обтекания гребного винта в однородном потоке с помощью программного кода, написанного на Java. На программу получено свидетельство.
2. Для создания параметрической модели гребного винта разработана специальная программа под названием Vintgen. Автор диссертационного исследования участвовал в тестировании программы и формулировал требования, необходимые для интеграции с программой оптимизации и расчетным пакетом гидродинамики.
3. Разработана технология оптимизации формы гребного винта в однородном потоке с помощью алгоритмов суррогатной оптимизации, включающая в себя широкий спектр выбора движителей данного типа (ВФШ, ВРШ, единая и не единая профилировка лопасти). Данная технология является универсальной и применяется в Суперкомпьютерном центре математического моделирования ФГУП «КГНЦ».
4. Выявлена возможность проводить процедуру оптимизации формы гребного винта на расчетной сетке малой размерности, а впоследствии проводить поверочный расчет оптимизированного варианта движителя на сетке, которая обеспечивает сеточную сходимость. Таким образом, становится возможным сэкономить значительное количество ресурсов суперкомпьютера, а значит, делать оптимизацию более доступной.

5. Разработана технология создания параметрической модели гребного винта по имеющимся данным по профилю и распределениям таких характеристик как шаг, ширина, толщина, кривизна, откидка и саблевидность лопасти.
6. Автоматизирован расчет корпуса судна с работающим гребным винтом с помощью программы на языке Java.
7. Разработана технология оптимизации формы гребного винта за корпусом судна с применением алгоритмов суррогатного моделирования.

Практическая значимость:

1. Разработаны программы, позволяющие автоматизировать расчет обтекания гребного винта в однородном потоке и за корпусом судна, которые применяются в технологии оптимизации формы движителей.
2. Разработана технология создания параметрической модели гребного винта по имеющимся данным профиля лопасти, а также основных характеристик лопасти винта. Полученные параметрические модели гребных винтов применяются в технологии оптимизации их формы.
3. Разработаны технологии оптимизации формы гребного винта в однородном потоке и за корпусом судна с применением эффективных и экономичных методов суррогатного моделирования. Данные технологии в настоящее время применяются в Суперкомпьютерном центре математического моделирования ФГУП «КГНЦ».
4. Выявлены требования к качеству расчетной сетки для получения удовлетворительного согласования расчета с экспериментальными данными. Установлена независимость получаемого решения от сеточных параметров и предложена методика проведения оптимизации на «грубой» расчетной сетке с последующим пересчетом оптимизированной геометрической модели гребного винта на «подробную» расчетную сетку. Благодаря созданию данной методики, появилась возможность экономить значительное количество ресурсов суперкомпьютера и делать оптимизацию гребных винтов более доступной.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем:

Все новые результаты, полученные соискателем, опубликованы в статьях и материалах конференций.

Список публикаций в журналах из перечня ВАК и в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science:

1. Лаврищева, Л.С., Овчинников Н.А., Лобачев М.П. Оптимизация схематизированного канала водометного движителя / Любовь Сергеевна Лаврищева, Николай Андреевич Овчинников, Михаил Павлович Лобачев // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2015. – Вып. 90 (374). – С. 19-26.
2. Лаврищева Л.С. Решение оптимизационной задачи для модели гребного винта регулируемого шага в однородном потоке // Вестник СПбГУ. Математика. Механика. Астрономия. 2018. Т.5 (63). Вып. 1. С. 139–146.
3. Лаврищева, Л. С. Новоселов В. Н., Оптимизация формы модели гребного винта в однородном потоке / Любовь Сергеевна Лаврищева, Владимир Николаевич Новоселов // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2018. – Специальный выпуск 1. – С. 75-83.

Список публикаций в других изданиях и тезисах конференций:

1. Лаврищева, Л.С., Оптимизация упрощенной модели водозаборного канала водометного движителя / Любовь Сергеевна Лаврищева, Николай Андреевич Овчинников // Конференция молодых ученых и специалистов 2015: Тезисы докладов. – СПб. – 2015. – С. 84-87
2. Лаврищева, Л.С. Сравнение URANS и DES подходов при исследовании объектов морской техники / Любовь Сергеевна Лаврищева // International conference on naval architecture and ocean engineering NAOE 2016. – Санкт-Петербург, Россия. – 2016.
3. Лаврищева, Л.С. Оптимизация элементов судового движителя / Любовь Сергеевна Лаврищева, Владимир Николаевич Новоселов // Всероссийская конференция по аэродинамике, посвященная 100-летию со дня рожд. С.В. Валландера. – Санкт-Петербург, Россия. – 2017.
4. Lavrishcheva, L. Optimization of the marine propeller in a uniform flow using Star-CCM+ and pSeven / L. Lavrishcheva, V. Novoselov // NAFEMS 2018 Proceedings. – Bamberg, Germany. – 2018.

Соответствие специальности:

Диссертационная работа соответствует специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Диссертация «Численное моделирование обтекания объектов морской техники и разработка технологии оптимизации формы гребного винта» Лаврищевой Любови Сергеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Проект заключения принят на заседании экспертной группы, сформированной решением и.о. декана факультета от 30.08.2018 № 79-22-219 в составе 5 чел.

Присутствовало на заседании 5 чел. Результаты голосования: «за» - 5 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол №1 от «18» сентября 2018 г.



Председатель экспертной группы

Кустова Елена Владимировна,
д.ф.-м.н., профессор кафедры
гидроаэромеханики СПбГУ