

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.118.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ
ИМ. Л.А. МЕЛЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.06.2023 г. № 7

О присуждении **Нгуен Ван Винь**, гражданину Вьетнама, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Разработка математических моделей, методик и программного обеспечения для создания турбомашин повышенного ресурса с помощью преднамеренной расстройки»** по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 25 апреля 2023 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.1.118.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130, совет создан приказом Минобрнауки России № 78/нк от 26.01.2023.

Соискатель **Нгуен Ван Винь**, «17» июля 1991 года рождения, в 2015 году с отличием окончил бакалавриат Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тулский государственный университет» по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», в 2017 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет» по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В 2022 г. окончил очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского» по направлению 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника, направленности Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Диссертация выполнена на кафедре «Электрооборудование и физика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Репецкий Олег Владимирович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», кафедра «Электрооборудование и физика», проректор по международным связям, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Тятюшкин Александр Иванович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория оптимального управления, ведущий научный сотрудник;

Левин Анатолий Алексеевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, отдел теплосиловых систем, ведущий научный сотрудник,
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, в своем положительном отзыве, подписанном Лившицем Александром Валерьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Автоматизация производственных процессов» и утвержденном Димовым Алексеем Владимировичем, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», указала, что диссертация Нгуен Ван Винь является завершенной научной квалификационной работой и соответствует критериям пп. 9-14, установленным положением «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 32 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК по специальности 1.2.2. (технические науки) опубликованы 2 работы; 7 работ в изданиях, индексируемых в базах Web of Science или Scopus; 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Вклад диссертанта в подготовку статей в соавторстве оценивается как весомый. В коллективных публикациях автору принадлежат результаты, которые непосредственно относятся к теме диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, в которых

изложены основные научные результаты диссертации. Заимствования, не отмеченные ссылками, отсутствуют.

Наиболее значимые работы:

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК по научной специальности 1.2.2. (технические науки)

1. **Нгуен В.В.** Математическое моделирование и его применение в преднамеренной расстройке параметров и оптимизации ресурсных характеристик турбомашин / В.В. Нгуен, О.В. Репецкий // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 2(26). – С. 24–30.

2. **Нгуен В.В.** Прогнозирование и оптимизация усталостной долговечности осевого облопаченного диска с преднамеренной расстройкой / В.В. Нгуен, О.В. Репецкий // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 3(27). – С. 204–212.

Статьи в изданиях, индексируемых в Scopus

1. Repetckii O.V. Dynamics of turbomachine impellers using sensitivity functions / O.V. Repetckii, V.V. Nguyen // Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Lecture notes in mechanical engineering. Chelyabinsk. – 2021. – P. 581–588.

2. Repetckii O.V. Numerical and experimental research of intentional mistuning of an academic bladed disk using sensitivity analysis / O.V. Repetckii, V.V. Nguyen, B. Veirou // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2022. – P. 663–671.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От **Сизова Игоря Геннадьевича**, доктора технических наук, профессора, ректора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (г. Улан-Удэ). Отзыв содержит *одно замечание*: В формуле (7) автореферата (стр. 9) неясно, чему равно F_L и F_D ?

2. От **Пашкова Андрея Евгеньевича**, доктора технических наук, профессора, директора института Авиамашиностроения и транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (г. Иркутск). Отзыв содержит *одно замечание*: В автореферате не описаны виды расстройки лопаток, возникающие в процессе эксплуатации энергетических турбомашин. Моделировались ли дефекты, возникающие при эксплуатации?

3. От **Шанчурова Сергея Михайловича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры технологии сварочного производства Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург). Отзыв содержит *два замечания*: 1) Учитывал ли автор влияние температуры на результаты исследования? 2) Возможно ли применение разработанного программного

комплекса для расчета характеристик колебаний и оценки долговечности рабочих колес со всеми видами расстройки лопаток одновременно?

4. От **Кузнецова Анатолия Макаровича**, доктора технических наук, профессора, генерального директора ООО «Научно-Технический центр ИркутскНИИХиммаш» (г. Иркутск). Отзыв содержит *одно замечание*: В данной работе представлено решение задачи динамических характеристик и долговечности рабочих колес турбомашин при изменении геометрических параметров лопаток. А изменения геометрии лопатки может привести к дисбалансу конструкции?

5. От **Нгуен Тхе Лонг**, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры информатики института кибербезопасности и цифровых технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет», (г. Москва). Отзыв содержит *два замечания*: 1) Анализ собственных частот и форм колебаний важен для построения резонансной диаграммы и ухода от опасных резонансных режимов работы. К сожалению, в автореферате не представлена резонансная диаграмма лопатки с учетом вращения. 2) Исследовал ли автор случайную расстройку и что она дает по сравнению с преднамеренной расстройкой?

6. От **Горбунова Владимира Александровича** доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Атомные электрические станции» и **Минеева Павла Алексеевича**, ассистента кафедры «Тепловые электрические станции» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (г. Иваново). Отзыв содержит *пять замечаний*: 1) В первой главе в формуле (2) из автореферата максимальный коэффициент увеличения амплитуды колебаний определяется максимальными перемещениями лопатки. Не уточняется почему используется именно эта зависимость, а не зависимость от количества рабочих лопаток, как отмечается в работе автора п.8 списка «Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК по прочим специальностям», и какой целью она приведена и где используется? 2) Во второй главе в формуле (9) из автореферата не ясно при каких условиях и с какой точностью можно использовать приближенную зависимость при определении модуля Юнга. 3) В четвертой главе в таблице 1 приведены экспериментальные данные частот колебаний рабочего колеса, а также сказано, что «результаты расчета частот колебаний хорошо согласуются с результатами эксперимента». Однако, в автореферате отсутствует информации о точности проводимых измерений. 4) В четвертой главе в таблице 2 не понятно, почему долговечность для видов 1-3 принимается, как максимальное значение на рисунке 9, а не минимальное. 5) Из автореферата не ясно, какими принципами руководствовался автор при создании сеточной модели для CFD анализа в Ansys. Как видно из рисунков 9, 11, 13, 15, 17, 19, 23 наиболее напряженными участками с точки зрения долговечности являются участки ближе к корню лопатки – целесообразно было бы более тонкую сетку в этих местах.

7. От **Бехметьева Вячеслава Ивановича**, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры 104 «Технологическое проектирование и управление качеством» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва). Отзыв содержит *два замечания*: 1) Из автореферата неясно, как применять разработанные методы, алгоритмы и программный комплекс при оценке ресурса конструкции в эксплуатации? 2) В каких организациях могут использовать представленные методы, алгоритмы и программа в данной работе?

Замечания не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы.

На замечания оппонентов и ведущей организации, а также на замечания в отзывах, поступивших на автореферат и диссертацию, соискатель привел исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов и исследований в области математического моделирования, оптимального проектирования энергетического оборудования и разработки программных комплексов, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации и их способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс усовершенствованных математических моделей и методик численно-экспериментального анализа для прогнозирования долговечности основных роторных деталей турбомашин, включающий в себя решение задач собственных и вынужденных колебаний, чувствительности и ресурсных характеристик;

предложены алгоритмы для совершенствования методов математического моделирования рабочих колес энергетических турбомашин, включая метод конечных элементов и метод циклической симметрии;

доказана возможность моделирования всех видов геометрической расстройки для предотвращения резонансных режимов с учетом блочной преднамеренной расстройки по геометрическим и механическим изменениям лопаток для превентивной оценки ресурса рабочих колес энергетических турбин;

введены новые оригинальные варианты блочной преднамеренной расстройки и выполнены комплексные исследования с целью увеличения надежности наиболее нагруженных элементов турбомашин и оптимизации их ресурса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны эффективность и целесообразность использования математических моделей и численных методов для анализа чувствительности собственных колебаний рабочих колес и оптимизации введения преднамеренной расстройки с целью получения конструкций повышенной

долговечности при проектировании и доводке лопаточных структур энергетических и транспортных турбин;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы: метод конечных элементов, метод исключения Гаусса, метод Якоби, метод суперпозиции мод, метод «дождя», метод Гудмана, гипотеза Пальмгрен-Майнера;

изложены предлагаемые автором алгоритмы и программы, реализованные в виде программного комплекса «BLISK_SENLIFE» для расчета чувствительности колебаний и долговечности рабочих колес турбомашин без учета и с учетом блочной расстройки параметров;

раскрыты и обоснованы подходы к решению задач определения динамических характеристик рабочих колес энергетических турбомашин на основе метода конечных элементов;

изучены вибрационные характеристики рабочих колес энергетических турбомашин;

проведена модернизация существующих математических моделей и численных методов для анализа долговечности рабочих колес турбомашин с учетом расстройки параметров на основе метода конечных элементов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены результаты расчетов роторных конструкций с расстройкой параметров в учебный процесс института авиационного машиностроения и транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», а также инженерного и энергетического факультетов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»;

определено влияние расстройки параметров на долговечность рабочих лопаток турбомашин для оптимального проектирования деталей турбомашин повышенной прочности;

созданы методики введения блочной расстройки рабочих колес с учетом геометрических изменений лопаток для исследования их динамических характеристик;

представлены рекомендации по повышению долговечности рабочих колес с расстройкой параметров для проектирования и изготовления турбомашин повышенной надежности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены путем использования усовершенствованного комплекса программ «BLISK_SENLIFE»; обработка результатов моделирования проведена с привлечением современных компьютерных алгоритмов в соответствии с отраслевыми нормативными документами, ГОСТами;

теория основана на фундаментальных работах отечественных и зарубежных авторов в области исследований оценки надежности рабочих колес энергетических и транспортных турбомашин и разработки методов моделирования;

идея базируется на анализе практики расстройки параметров рабочих колес при их проектировании, доводке и эксплуатации, а также исследованиях влияния расстройки геометрических, жесткостных, массовых и др. параметров на динамические характеристики и долговечность рабочих колес турбомашин;

использовано сравнение результатов, полученных с помощью программы VLADIS+ и программного комплекса ANSYS с результатами эксперимента;

установлено соответствие авторских результатов, с результатами, полученными другими авторами.

использована современная среда программирования MATLAB, а также коммерческая промышленная программа ANSYS.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя в постановке цели и задач исследований; создании математических моделей и алгоритмов моделирования лопаток рабочих колес с различными видами расстройки параметров по геометрическим и механическим изменениям лопаток; в усовершенствовании методов и алгоритмов в виде программных комплексов; проведении эксперимента.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Соискатель использует в своей диссертационной работе неустоявшиеся в РФ термины, например «преднамеренная расстройка». Возможно было бы более уместно использовать термин «расбалансировка».

2. Соискателю нужно было бы рассмотреть возможность внедрения результатов работы не только в научно-образовательную деятельность университетов, но и в компаниях по проектированию и производству турбомашин РФ.

Соискатель Нгуен Ван Винь ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Действительно, термин «преднамеренная расстройка параметров», пока не получил широкое распространение в трудах российских ученых, как и само изучение это феномена. Использование термина «расбалансировка» не отражает в достаточной мере исследуемую проблему, так как преднамеренная расстройка параметров может приводить как к расбалансировке, так и к дополнительной балансировке конструкций на основе блочных моделей расстройки.

2. Действительно, результаты диссертационной работы внедрены в научно-образовательную деятельность ряда иркутских университетов технической направленности. Внедрение в проектную деятельность и производство турбомашин в РФ требует от соискателя наличие специального допуска, поэтому такая возможность при выполнении диссертационной работы не рассматривалась.

На заседании 28 июня 2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научно-технической задачи повышения ресурса высоконагруженных деталей при проектировании или продлении срока службы энергетических турбин при эксплуатации, имеющей существенное значение для энергетической отрасли Российской Федерации, присудить Нгуен Ван Винь ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве – 17 человек, из них – 7 докторов наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены в разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Стенников Валерий Алексеевич

Солодуша Светлана Витальевна

«28» июня 2023 г.