

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: 24.2.327.13

Соискатель: Сатанов Андрей Андреевич

Тема диссертации: Динамика многомассовых систем, взаимодействующих с аэродинамическими потоками: эксперимент и численное моделирование

Специальность: 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 30 января 2026 года, протокол № 9, диссертационный совет пришел к заключению о том, что диссертационное исследование Сатанова Андрея Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, имеет важное прикладное значение и содержит элементы фундаментального исследования. Достоверность полученных результатов обоснована и сомнений не вызывает.

Диссертация Сатанова Андрея Андреевича отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями). На заседании 30 января 2026 года, протокол № 9, диссертационный совет принял решение присудить Сатанову Андрею Андреевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета Рабинский Л.Н., заместитель председателя диссертационного совета Федотенков Г.В., ученый секретарь диссертационного совета Орехов А.А.

Члены диссертационного совета: Белов П.А., Бiryюков В.И., Гавва Л.М., Данилин А.Н., Кондратенко Л.А., Миронова Л.И., Хейло С.В.

Проректор по научной работе, д.т.н.



А.В. Иванов

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.13,
д.ф.-м.н.

Л.Н. Рабинский

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.13,
к.т.н.

А.А. Орехов

«30» 01 2026 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.13,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30 января 2026 г. № 9

О присуждении Сатанову Андрею Андреевичу ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Динамика многомассовых систем, взаимодействующих с аэродинамическими потоками: эксперимент и численное моделирование» по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин принята к защите 11 ноября 2025 г., протокол заседания № 7 диссертационным советом 24.2.327.13 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета 24.2.327.13 – № 1503/нк от «12» июля 2023 г.

Соискатель, Сатанов Андрей Андреевич, 28 января 1996 года рождения, в 2019 году окончил специалитет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности 08.05.01. Строительство уникальных зданий и сооружений. Диплом специалиста 105224 2498818, выдан 08 июля 2019 г. В период с 01.09.2019 по 31.08.2023 обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук» по научной специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах. Свидетельство об окончании аспирантуры 105200 00000003, дата выдачи 10 июля 2023 г. В период с 18.09.2023 по 31.12.2023 был прикреплен к аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук» для сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Теоретическая механика, динамика машин» без

освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИПФ РАН. Научная специальность 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин (технические науки). Приказ о прикреплении № 35-а от 18.09.2023 г.

В период подготовки диссертации соискатель Сатанов Андрей Андреевич работал инженером лаборатории промышленной, архитектурно-строительной акустики и виброизоляции в Институте проблем машиностроения РАН – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН): в Институте проблем машиностроения РАН – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук» (ИПМ РАН).

Научный руководитель: **Ерофеев Владимир Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, директор Института проблем машиностроения РАН – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук» (ИПМ РАН).

Официальные оппоненты:

Попов Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная математика и системный анализ» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов;

Крайнов Артем Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергетические установки и тепловые двигатели», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»**, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором, профессором кафедры машиноведения, мехатроники и робототехники **Барсуковым Геннадием Валерьевичем** и доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры технической физики и математики **Шоркиным Владимиром Сергеевичем**, утвержденном доктором технических наук, профессором, и.о. проректора по научной и международной деятельности

Радченко Сергеем Юрьевичем, указала, что диссертационная работа Сатанова Андрея Андреевича «Динамика многомассовых систем, взаимодействующих с аэродинамическими потоками: эксперимент и численное моделирование» представляет собой законченное научное исследование, в котором на основе интеграции экспериментальных и численных методов решена важная научно-техническая задача разработки математических и инженерных алгоритмов, моделей и методов исследования колебаний многомассовых систем, взаимодействующих с аэродинамическими потоками. Диссертация Сатанова Андрея Андреевича соответствует требованиям пунктов 9 - 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и паспорту научной специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин» (пункты 3, 13, 14, 15). Автор диссертации, Сатанов Андрей Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Соискатель имеет 26 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, входящих междунароные базы данных, 3 статьи в изданиях из перечня ВАК по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин», 6 статей в изданиях из перечня ВАК по иным специальностям, 2 монографии, 2 программы для ЭВМ.

Ниже указаны наиболее значимые работы по теме диссертации.

Публикации в журналах, входящих в международные базы данных (приравнивается к перечню ВАК, категория К1):

1. Erofeev V.I. Statistical model of aerodynamic impact on the large-span coverage / V.I. Erofeev, A.V. Ilyakhinsky, E.A. Nikitina, V.M. Rodyushkin, P.A. Khazov, A.A. Satanov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 19 (№3) - 2023. P. 20-30.

2. Satanov A.A. Oscillations of Structures Interacting through an Aerodynamic Medium / A.A. Satanov, V.I.Erofeev, P.A. Khazov // 6th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). IEEE, 2024.

3. Хазов, П.А. Методика математического моделирования синтезированных анемограмм для аэродинамического расчета конструкций / П.А. Хазов, А.К. Ситникова, А.А. Сатанов, А.П. Помазов // Жилищное строительство, 2025, №3. С. 39-44. (RSCI)

Публикации в журналах, входящих в перечень ВАК по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин»:

4. Ведяйкина, О.И. Аэродинамика высотных комплексов с

интегрированными ветрогенерирующими установками / О.И. Ведяйкина, В.А. Коновалова, М.В. Старикова, П.А. Хазов, А.А. Сатанов // Журнал теоретической и прикладной механики, 2025, №1 (90) С. 62-72.

5. Ерофеев, В.И. Колебания изолированных и связанных многомассовых систем при аэродинамическом воздействии / В.И. Ерофеев, А.А. Сатанов, П.А. Хазов, О.И. Ведяйкина // Машиностроение и инженерное образование, 2024, № 3–4 (75). С. 3-11.

6. Ерофеев, В.И. Рациональная ориентация объектов с интегрированными ветрогенераторами по критерию максимизации вырабатываемой электроэнергии / В.И. Ерофеев, А.А. Сатанов, П.А. Хазов, М.Л. Поздеев, А.В. Симонов // Машиностроение и инженерное образование – 2023. – №4 – С. 39–46.

Программы для ЭВМ (приравнивается к перечню ВАК, категория К1):

7. Определение собственной частоты механической системы с известными жесткостными параметрами / Хазов П.А., Сатанов А.А., Ситникова А.К., Васина Л.Ю. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2025610352, 10.01.2025. Заявка № 2024691111 от 18.12.2024.

8. Генератор расчетных анемограмм / Хазов П.А., Сатанов А.А., Помазов А.П., Помазов С.П., Симонов А.В. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2024690234, 13.12.2024. Заявка № 2024689881 от 06.12.2024.

В представленных работах приведено описание результатов проведенных исследований. В работах [1,2] описана методика экспериментальных аэродинамических исследований, приведены результаты сравнения численных и натурных экспериментов и статистическая обработка результатов. В работе [5] описана методология моделирования колебаний механических систем, вызванных аэродинамическим воздействием, при помощи упрощенных многомассовых моделей, для которой был разработан алгоритм математического моделирования расчетных синтезированных анемограмм по требуемым псевдослучайным частотным и скоростным характеристикам [3, 8], а также для автоматизации расчетов, описан способ определения частот собственных колебаний конструкций с помощью упрощенных многомассовых моделей [7]. В работах [4, 6] была решена прикладная задача исследования динамических режимов работы и эффективности электрогенерирующих установок, поиск рациональных форм и положений конструкций с интегрированными стационарными электрогенерирующими установками, использующих энергию аэродинамического взаимодействия.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от **научного руководителя, ведущей организации, официальных оппонентов и другие отзывы**, отзывы положительные:

от **научного руководителя – Ерофеева Владимира Ивановича**, доктора физико-математических наук, профессора, директора Института проблем машиностроения РАН – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук» (ИПМ РАН), отзыв положительный;

от **ведущей организации –** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ им. И.С. Тургенева), г. Орел, отзыв положительный;

от официального оппонента – **Попова Виктора Сергеевича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Прикладная математика и системный анализ» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, отзыв положительный;

от официального оппонента – **Крайнова Артема Александровича**, кандидата технических наук, доцента кафедры «Энергетические установки и тепловые двигатели», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, отзыв положительный;

от Тукмакова Алексея Львовича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры теплотехники и энергетического машиностроения ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», отзыв положительный;

от Сенатова Федора Святославовича, доктора физико-математических наук, директора института Биомедицинской инженерии ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет МИСИС», отзыв положительный;

от Ульриха Дмитрия Владимировича, доктора технических наук, доцента, декана факультета инженерной экологии и городского хозяйства, профессора кафедры водопользования и экологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», отзыв положительный;

от Агеева Сергея Олеговича, кандидата технических наук, главного геолога (заместителя начальника) отдела главного маркшейдера Федерального бюджетного учреждения «Администрация Волжского бассейна внутренних водных путей», отзыв положительный;

от Родькиной Анны Владимировны, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Океанотехника и инновационное судостроение» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», отзыв положительный;

от Бриккеля Дмитрия Максимовича, кандидата физико-математических наук, руководителя группы ООО «Нижегороднефтегазпроект», отзыв положительный;

от Ивановой Ольги Александровны, кандидата технических наук, доцента, инженера-конструктора 1 категории общепроектного отдела АО «Центральное конструкторское бюро «Коралл», отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационного исследования, дан краткий обзор работы по главам, отмечена научная новизна и достоверность полученных автором результатов, а также их теоретическая и практическая значимость.

В поступивших отзывах имеются замечания.

В отзыве **ведущей организации** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» – имеются следующие **замечания**:

1. В диссертации рассмотрены конкретные проектируемые объекты, однако вопрос о степени универсальности предложенных подходов для иных классов конструкций (мосты, башенные сооружения, трубопроводы) остается открытым.

2. В диссертации рассмотрены только задачи обтекания однофазной газовой средой, в то время как в реальных условиях потоки воздуха содержат частицы пыли, льда, капли. Могут ли предлагаемые модели быть использованы для многофазных потоков?

3. Как осуществляется переход от распределенных аэродинамических нагрузок к сосредоточенным силам при формировании дискретной многомассовой модели объекта?

4. Недостаточно подробно раскрыт физический смысл формулы (4.9).

5. При описании методики генерации анемограмм не указаны критерии сходимости получаемых реализаций с реальными метеорологическими условиями. Также недостаточно подробно описан разработанный алгоритм моделирования анемограмм, например почему принимается математическое ожидание равное нулю?

6. Текст диссертации и автореферата содержит отдельные опечатки и неточности.

Замечания в отзыве **официального оппонента Попова В.С.:**

1. На рис. 1.1 в) представлены первые три формы собственных колебаний многомассовой системы. Однако, если система линейна, то первой форме колебаний должна соответствовать форма основного тона, совпадающая по форме с первыми формами (основными тонами), представленными на рис. 1.1 а) и б).

2. На стр. 18 указано, что вязкость принята равной $1,45 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, что вызывает вопросы, т.к. вязкость воздуха около $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ или $15 \text{ мм}^2/\text{с}$.

3. В диссертации автором не акцентируется вопрос, что рассмотрена несвязанная задача взаимодействия деформируемых тел (зданий) с потоком воздуха. Следовало бы, например, в разделе 2 более четко указать, что первоначально определяются ветровые нагрузки на недеформированное тело (абсолютно жесткое здание), а затем полученные законы распределения давления и скоростей используются как нагрузки для оценки упругой деформации тела (здания), а динамику взаимодействия упруго-деформируемой конструкции и потока воздуха оценивают, используя собственные частоты конструкции и вводя конструкционное демпфирование.

4. В пункте 4.1 не совсем ясно учитывались ли в коэффициентах системы (4.2) ветровые нагрузки. Если да, то каким образом.

5. На основе решения (4.3) автор приводит значения первых двух собственных частот, соответствующих основному тону и первому обертону колебаний. Ранее в главе 1 (стр. 14) отмечается, что «в реальных конструкциях необходимо учитывать не менее трех форм собственных колебаний, если период первой формы собственных колебаний $T_1 > 0,4\text{с}$, и только первой при $T_1 < 0,4\text{с}$ ». Найденная автором первая частота показывает, что $T_1 < 0,4\text{с}$, тогда возникает вопрос: зачем далее рассматривается восьмимассовая система, если расчет показал, что достаточно рассмотрения одномассовой системы?

6. В табл. 4.1, представлено решение системы (4.5) для двух первых частот собственных колебаний, имеется явная опечатка: два раза указана относительная амплитуда φ_{11} . Кроме того, не совсем ясно почему в таблице отсутствуют φ_{18} , φ_{28} ?

7. Как указано на стр. 118 в табл. 4.8 представлены данные по высотному зданию в виде стержня с 7-ю сосредоточенными массами. Однако, на схеме, в указанной таблице, приведен стержень с 8-ю сосредоточенными массами.

Замечания в отзыве **официального оппонента Крайнова А.А.:**

1. В качестве примера практической реализации сквозных проёмов «сброса давления» был принят (и обоснован в процессе исследования) такой

сложный объект, как ветрогенератор. Интересен краткий анализ сопоставление других, более простых конструкций, для отработки методики расчетов и аэродинамической разгрузки объекта.

2. В п.3.3 представлены результаты аэродинамического исследования здания, имеющего в своей конфигурации ветрогенератор. Однако, в диссертации не представлен анализ влияния собственных колебаний весьма массивного рабочего колеса турбины, на общие частотные характеристики конструктивных элементов здания.

3. Каким образом происходит учет податливости основания в резонансном анализе п.4.2. Каковы численные значения, исходных данных, характеризующих податливость для двух представленных расчетных случаев,

4. По тексту диссертации имеется незначительное количество опечаток, а так же скрины результатов расчета с неинформативной легендой (например рис. 4.23, рис 4.24).

В отзывах на автореферат следует отметить следующие замечания:

1. В автореферате целесообразно было бы более детально представить сопоставление полученных результатов с данными других исследователей для обоснования преимуществ предложенных методик.

2. Автореферат мог бы содержать более развёрнутое описание перспектив дальнейших исследований.

3. Представляется целесообразным дополнить автореферат анализом границ применимости предложенных упрощённых моделей.

4. Отсутствует описание модели аэродинамического воздействия- системы уравнений, описывающих динамику газа (сжимаемость, вязкость, возможно модель турбулентности), динамику твердого тела, кинематические и динамические контактные условия. Желательны оценки чисел Маха, Рейнольдса, Струхала;

5. Какова зависимость динамики твердотельной конструкции от способа выбора распределения локальных масс в многомассовой системе;

6. Как выполнялся расчет воздействия динамической нагрузки на объект: нелинейное аэроупругое взаимодействие с изменением геометрии объекта, или отдельный расчет ветровой нагрузки и динамической реакции объекта.

7. В автореферате недостаточно детально освещен вопрос верификации разработанных численных моделей с результатами натурных измерений на реальных объектах;

8. Информация о вычислительных затратах (время расчёта, требования к памяти) позволила бы оценить практическую реализуемость предложенных подходов.

9. В автореферате недостаточно информации о методике определения накопления поврежденности системы при динамическом воздействии (теория, формулы, параметры).

10. Непонятно, проводилась ли верификация предлагаемых упрощенных моделей?

11. В автореферате не описано, по каким критериям обеспечивается подобие при пересчете результатов опытов на натурные условия?

12. В автореферате указано, что результаты натурального и численного экспериментов показали удовлетворительную сходимость, однако не указана, например, в процентном соотношении, степень сходимости результатов?

13. В автореферате могли бы быть несколько более детально представлены выводы по сравнительному анализу эффективности предложенных упрощенных многомассовых моделей с результатами прямого численного моделирования для валидации границ их применимости.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высококвалифицированными специалистами в данной области и имеют публикации, связанные с направлением исследований диссертации, а ведущая организация известна своими научными достижениями в соответствующей сфере исследования, что подтверждается актуальными публикациями ее сотрудников.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый подход к моделированию колебаний механических систем под аэродинамическим воздействием с использованием упрощенных многомассовых моделей, обеспечивающая раздельное решение задач гидрогазодинамики и динамики деформируемого твердого тела с последующей интеграцией результатов посредством динамических коэффициентов; алгоритм математического моделирования расчетных синтезированных анемограмм по требуемым псевдослучайным частотным и скоростным характеристикам;

предложен способ определения частот собственных колебаний конструкций с помощью упрощенных многомассовых моделей без необходимости решения систем дифференциальных уравнений механики деформируемого твердого тела, методика экспериментальных аэродинамических исследований, базирующаяся на определении безразмерных характеристик давления;

доказана перспективность использования разработанных методов и подходов для динамических расчетов конструкций сложной геометрической формы;

Новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана правомерность и обоснованность использования предложенного алгоритма математического моделирования расчетных синтезированных анемодиаграмм, основанного на псевдослучайных приращениях временных интервалов (в пределах 0,1–0,7 с) и приращениях скорости ветровых порывов, формируемых по гауссову распределению с контролируемым среднеквадратичным отклонением и коррекцией при выходе за заданные ограничения, а также на учёте скоростного и частотного спектров ветровых порывов для выбранного региона, что обеспечивает получение анемодиаграмм с требуемыми расчетными псевдослучайными частотными и скоростными характеристиками для последующих динамических расчётов;

Применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** методы теоретической механики, теории колебаний и волн, механики сплошных сред, экспериментальные и численные методы исследования аэродинамических процессов;

изложены аналитические и численные методы проведения аэродинамических экспериментов и использования результатов измерения при фиксированном значении скорости потока для моделирования ветрового потока с различными скоростями и профилями;

раскрыто влияние динамических режимов работы стационарных электрогенерирующих установок, использующих энергию аэродинамического взаимодействия, интегрируемых в конструкции, на форму и ориентацию высотных объектов (сооружений);

изучены динамические режимы работы стационарных электрогенерирующих установок и их значимость при выборе рациональной формы и ориентации высотных объектов (сооружений);

проведена модернизация численных методов решения задач о колебаниях многомассовых систем при воздействии аэродинамических нагрузок.

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

разработана новая методика экспериментальных аэродинамических исследований на основе вычисления безразмерных коэффициентов давления, которая отличается от традиционных подходов отсутствием необходимости моделирования потоков с различными скоростями и профилями;

определены перспективы дальнейшего использования разработанных численно-аналитических и конечно-элементных моделей для решения задач о

колебаниях механических систем под аэродинамическим воздействием с использованием упрощенных многомассовых моделей;

создан алгоритм математического моделирования синтезированных анемодиаграмм, использующий заданные псевдослучайные частотные и скоростные характеристики, с учетом как динамических параметров проектируемого объекта, так и уникальных особенностей ветрового климата района строительства;

представлены результаты исследования динамических режимов функционирования и энергоэффективности интегрированных стационарных электрогенераторов, использующих энергию аэродинамического взаимодействия, результаты численно-аналитических расчетов собственных динамических характеристик сложных систем с использованием многомассовых моделей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалось сертифицированное и известное оборудование, а именно: аэродинамическая установка (лаборатория кафедры «Отопление и вентиляция» ННГАСУ), микроанометр ММН-240(5)-1,0ТУ 25-01-816-79, чашечный анемометр МС-13 У1.1 ГОСТ 6376-74, оборудование для реализации трехмерной печати; В экспериментальных исследованиях осуществлялся контроль аэродинамического подобия, основанный на анализе чисел Рейнольдса реального объекта и его модели;

теория и методы построены на известных и обоснованных положениях аэродинамики и теории колебаний, методы решения математически строги и непротиворечивы;

идея базируется на параллельном экспериментальном и численном моделировании, сравнении полученных результатов, и наложении аэродинамического портрета на упрощенную многомассовую модель;

установлена удовлетворительная согласованность полученных экспериментальных данных с результатами расчетов, а также данными измерений систем мониторинга реальных объектов при аэродинамических колебаниях;

использованы современные программные комплексы, а именно: программно-вычислительный комплекс SCAD Office, модуль вычислительной гидрогазодинамики *ANSYS CFX*, язык программирования Python.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач, проведении численных и натурных экспериментов с моделями исследуемых объектов, разработки методологии моделирования колебаний механических систем, вызванных аэродинамическим воздействием, разработке алгоритма математического моделирования расчетных синтезированных анемодиаграмм по

требуемым псевдослучайным частотным и скоростным характеристикам, проведении расчетов и обработки результатов. А также, в подготовке статей по теме диссертации, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, и статей, опубликованных в журналах, индексируемых в базе данных Scopus, в подготовке и представлении докладов о результатах диссертационного исследования на конференциях, в том числе международных.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Диссертация соответствует требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями).

На заседании 30 января 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Сатанову Андрею Андреевичу ученую степень кандидата технических наук за его вклад в усовершенствование методик моделирования колебаний механических систем, подверженных природными аэродинамическими воздействиям, методик проведения экспериментальных аэродинамических исследований конструкций сложной геометрической формы и математического моделирования расчетных синтезированных анемограмм.

Полученные в диссертации результаты применены при создании систем мониторинга конструкций проекта «Техноплатформа 2035» (соглашение № 16-11-2021/55 от 16.11.2021 г.), реализованного на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры теории сооружений и технической механики «Непрерывный контроль технического состояния зданий и сооружений» при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», внедрены в проектную деятельность ООО «АТОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ» (г. Нижний Новгород), что подтверждено актами о внедрении, а также могут быть концептуально использованы для фундаментальных исследований в области колебаний технических систем, взаимодействующих с аэродинамическими потоками.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 10, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Проректор по научной работе, д.т.н.


_____ А.В. Иванов

Председатель
диссертационного совета 24.2.327.13,
д.ф.-м.н.


_____ Л.Н. Рабинский

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.327.13,
к.т.н.


_____ А.А. Орехов

«30» 01 2026 г.