

Академик
Научный руководитель
ИТПМ СО РАН

Tel: (383) 330-85-34
Fax: (383) 330-72-68
E-mail: fomin@itam.nsc.ru

**Василий
Михайлович
ФОМИН**

Заместитель председателя
Сибирского отделения РАН

Тел.: (383) 238-32-50
Fax: (383) 330-86-45
E-mail: fomin@sb-ras.nsc.ru

“25” сентября 2023 г.

ОТЗЫВ

официального оппонента Фомина В.М. на диссертацию Поддаевой Ольги Игоревны на тему «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла», представленную к защите в диссертационный совет Д 40.2.002.08 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)) на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.10. – Техносферная безопасность транспортных систем

Актуальность темы диссертационной работы

Надёжная и безопасно функционирующая транспортная система является важнейшим элементом экономики, гарантирующим выполнение государством таких функций, как защита национального суверенитета, повышение ресурсной независимости и глобальной конкурентоспособности. Критически важные объекты транспортной инфраструктуры являются источниками повышенной техногенной опасности, их отказ может привести к тяжелым экономическим, социальным и, в ряде случаев, экологическим последствиям. В то же время объекты транспортной инфраструктуры климатически уязвимы, несмотря на развитие науки и появление новых технологий проектирования и строительства, аварии на объектах транспортной инфраструктуры и их отказы, вызванные воздействием климатических нагрузок, продолжают происходить по всему миру.

В соответствии с изложенным выше, тема представленной на отзыв диссертационной работы является актуальной, повышение безопасности объектов транспортной инфраструктуры при климатических и техногенных воздействиях является важной научно-технической задачей, имеющей практическую значимость.

Структура и содержание работы

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Общий объем исследовательской работы составляет 270 машинописных страниц, основной текст изложен на 236 страницах,

содержит 168 рисунков и 11 таблиц. Список литературы включает 227 наименований.

Во **введении** рассматривается актуальность выбранной темы диссертационной работы, описывается степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, решение которых необходимо для достижения заявленной цели, обозначен предмет и объект исследования, указано соответствие тематики диссертации паспорту научной специальности, представлена достоверность полученных результатов, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, апробация работы на научных конференциях и семинарах. Достаточно подробно описана реализация результатов работы, личный вклад автора, публикации, раскрывающие содержание работы, ее объем и структура.

Первая глава посвящена анализу климатических и техногенных факторов воздействия на критически важные объекты транспортной инфраструктуры. Приведены примеры аварий на различных объектах транспортной инфраструктуры, происходящие как в России, так и за рубежом. Причины аварий разделены на два класса: природные и техногенные. Произведен анализ нормативной, нормативно-технической и научной литературы, посвященной исследованию климатических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры. Установлено, что основным методом исследования объектов транспортной инфраструктуры на климатические воздействия является проведение экспериментального моделирования. Приведен обзор требований к проведению физических испытаний сооружений в аэродинамических трубах. На основании подробного исследования (проанализировано более двухсот источников), сформулирована классификация техносферных воздействий с учетом климатических и техногенных факторов на критически важные объекты транспортной инфраструктуры, выявлены факторы, влияющие на техносферную безопасность объектов транспортной инфраструктуры. Приводятся выводы по главе.

Во **второй** главе описывается методика теоретико-экспериментального моделирования климатических и техногенных воздействий на объекты транспортной инфраструктуры. Методика включает в себя: статистическую методику анализа климатических воздействий и методику экспериментального моделирования климатических воздействий на различные типы объектов транспортной инфраструктуры, в том числе: методику моделирования ветровых воздействий, содержащую подробное описание динамических и статических испытаний мостовых сооружений, весовых и дренажных испытаний зданий и сооружений, а также методику оценки резонансного вихревого возбуждения; методику моделирования снеговых воздействий на покрытия объектов транспортной инфраструктуры; методику оценки надели на объектах транспортной инфраструктуры и сопутствующих рисков; методику исследования различных типов шумозащитных экранов; методику экспериментального исследования распространения пылевых загрязнений на территории объектов транспортной инфраструктуры.

Третья глава диссертационной работы посвящена апробации комплексной методики, изложенной выше, включает в себя проектирование и создание масштабных моделей для проведения физических экспериментов. Проводится апробация методики статистического анализа климатических воздействий для двух различных регионов РФ, проведена апробация методики моделирования ветровых воздействий на мостовые переходы на стадии эксплуатации и монтажа, исследована аэродинамическая устойчивость различных типов мостовых конструкций, приведена апробация методики моделирования ветровых воздействий на различные объекты транспортной инфраструктуры, проведена апробация методики моделирования снеговых воздействий, на различные объекты транспортной инфраструктуры.

Четвертая глава содержит описание инженерного метода верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования для различных критически важных объектов транспортной инфраструктуры, включая верификацию методики экспериментальных исследований аэродинамической устойчивости большепролетного мостового сооружения и верификацию методики экспериментального моделирования снегопереноса.

В пятой главе приводятся методы и средства снижения влияния эксплуатации критически важных объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду, и сами сооружения и эксплуатационные службы. Представлены методики экспериментального исследования распространения пылевых загрязнений на территории, исследования шумозащитных экранов в аэродинамической трубе ландшафтного типа, оценки возможности возникновения наледи и сопутствующих риски, а также выявления опасных зон при проведении работ.

В заключении представлены итоги проведенного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшего исследования, сформулированы общие выводы по работе.

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Диссертация представляет собой полное, целостное, завершенное исследование на заданную тему.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, обоснованы в высокой степени. Анализ рассматриваемой темы позволил автору грамотно сформулировать основные направления теоретических и экспериментальных исследований. Сформулированные положения и выводы в полной мере подтверждены результатами экспериментальных исследований.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций

Высокая степень достоверности результатов исследований обеспечена проведением экспериментальных работ с использованием поверенного оборудования и апробированных методик исследования, результатами верификации полученных экспериментально результатов с данными, полученными аналитически по известным методикам, а также сравнением с известными результатами, опубликованными в работах отечественных и зарубежных авторов; использованием фундаментальных законов гидрогазодинамики. Основные теоретические и практические положения, изложенные в работе, прошли достаточную апробацию на 17 международных и 6 всероссийских конференциях.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Впервые предложена система оценки факторов техносферных воздействий на критически важные объекты транспортной инфраструктуры, основанная на классификации подходов к исследованию техногенных и климатических воздействий на различные типы сооружений, на теоретико-экспериментальном моделировании с учетом уникальности и ответственности сооружений, орографии окружающей местности, оригинальной архитектурной формы, и высокой вероятности сочетания нескольких метеорологических факторов.

2. Разработан и апробирован алгоритм моделирования климатических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры, основанный на экспериментальных исследованиях различных типов объектов транспортной инфраструктуры на различных этапах их жизненного цикла.

3. Впервые предложен комплекс моделей динамического поведения критически важных объектов транспортной инфраструктуры с учетом климатических, техногенных и сопутствующих воздействий, базирующихся на моделировании как самого сооружения, его конструкции и отдельных элементов, так и технологических процессов, происходящих при монтаже и эксплуатации на различных этапах их жизненного цикла.

4. Впервые на основе результатов теоретико-экспериментального моделирования сформирован перечень опасных факторов с учетом природных и техногенных воздействий, влияющих на техносферную безопасность объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла, используемый при выполнении работ оборудования, обучения сотрудников, проведение специальной оценки условий труда, оценки профессиональных рисков.

5. Предложены методы и технические решения для безопасного выполнения работ на критически важных объектах инфраструктуры при техносферных воздействиях, позволяющие находить опасные зоны при реализации технологических процессов непосредственно на сооружении или поблизости от него, при этом учитывающих сочетания климатических и техногенных воздействий, орографию местности; а также система мер для снижения влияния эксплуатации критически важных объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду и сами сооружения.

6. Предложен и апробирован инженерный метод верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования для различных критически важных объектов транспортной инфраструктуры. Использование метода верификации совместно с современными информационно-вычислительными комплексами и физическими испытаниями макетов сооружений решает многие задачи техносферных воздействий методами экспериментального моделирования. Использование предлагаемых подходов на этапе проектирования на 40% увеличивает долговечность объектов транспортной инфраструктуры.

Все, перечисленное выше, является важными результатами для повышения безопасности объектов транспортной инфраструктуры.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Разработанные и апробированные алгоритмы моделирования поведения объектов транспортной инфраструктуры и математические модели динамического поведения объектов транспортной инфраструктуры с учетом климатических и техногенных воздействий представляют интерес как с точки зрения развития фундаментальных основ в области техносферной безопасности транспортных систем, так и с точки зрения инженерных задач проектирования технологических процессов мониторинга, диагностики сооружений, выполнения ремонтных работ с учетом технологии безопасного выполнения работ, а также продления жизненного цикла сооружения.

Полученные автором результаты исследования используются в производственной, проектной, научно-исследовательской и учебной деятельности Группы компаний «Вагонпутьмаш» (г. Москва), Независимого испытательного центра наземных транспортных комплексов (г. Москва), Российского университета транспорта (МИИТ).

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание диссертационной работы, раскрывает актуальность темы исследования, научную новизну и значимость полученных результатов, содержит основные положения проведенного исследования, полученные результаты и выводы.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационная работа Поддаевой Ольги Игоревны соответствует паспорту специальности 2.9.10 –Техносферная безопасность транспортных систем (исследования, соответствуют не менее чем пяти пунктам, паспорта), а именно следующим пунктам паспорта специальности:

п. 2 – Негативные факторы транспортной деятельности и их влияние на уровень техносферной безопасности;

п. 4 – Физические, физико-химические, биологические и социально-экономические процессы, производственные и информационно-коммуникационные

технологии и материалы, определяющие опасные факторы транспортной деятельности;

п. 5 – Техносферная безопасность в жизненном цикле транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры, технологий транспортировки грузов и пассажиров, транспортных информационно-коммуникационных технологий;

п. 8 – Методы и средства обеспечения техносферной безопасности транспортных систем;

п. 11 – Методы и средства повышение экологичности и безопасности транспортных средств, транспортной инфраструктуры.

Диссертация содержит новые научные результаты, выводы и рекомендации из всех пяти областей, упоминаемых в названии специальности: техносферная безопасность транспортных систем.

Замечания по диссертационной работе

В процессе анализа работы имеются следующие замечания и предложения:

1. На графиках, представленных на рисунках 9, 11, 12 автореферата приведены граничные значения скоростей ветрового потока. Из текста диссертации неясно, что это за скорости и как они были вычислены.

2. На рисунке 16б автореферата приведена спектральная характеристика колебаний срывного потока, при этом отсутствует описание процесса измерения колебаний срывного потока, а также не указано расстояние от исследуемого объекта до измерительного оборудования.

3. В выводах по второй главе указано, что точность определения параметров вынужденных колебаний увеличивается на 20-30%. Однако не указано, какие именно параметры вынужденных колебаний рассматриваются и не сказано, за счет чего повышена точность.

4. Работа бы выиграла, если бы было описано больше сценариев динамического поведения конструкции при различных сочетаниях воздействий.

5. При описании экспериментальных исследований не всегда полностью приведены параметры используемых измерительных устройств.

Указанные замечания не являются критическими и не снижают общего положительного впечатления от представленной на отзыв диссертационной работы.

На основе детального изучения диссертационной работы и ее автореферата, можно сделать итоговое положительное заключение.

Заключение

Диссертационная работа Поддаевой Ольги Игоревны на тему «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла» выполнена на высоком научно-техническом уровне, обладает внутренним единством, отличается широтой и полнотой охватываемого в работе круга вопросов техносферной безопасности объектов транспортной инфраструктуры. Работа посвящена актуальной теме, содержит научную новизну и практическую значимость, является

законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложена научно обоснованная концепция комплекса мер по обеспечению безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры при климатических и техногенных воздействиях, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие транспортной отрасли нашей страны.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 44 научных работах, из них 18 статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, 26 работ опубликовано в журналах, входящих в международные базы научного цитирования Scopus и Web of Science, включая научные работы, опубликованные в журналах Web of Science первого квартала, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Перечисленные публикации и свидетельства отражают основное содержание диссертационной работы и автореферата, их объем, содержание и структура соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Диссертационная работа «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла» отвечает основным критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к докторским диссертациям, в том числе, в части пунктов 9, 10, 11, 13, 14, а ее автор Поддаева Ольга Игоревна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.10 – Техносферная безопасность транспортных систем.

Официальный оппонент:

Научный руководитель Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, академик РАН, доктор физико-математических наук, профессор, научные специальности:

01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Василий Михайлович Фомин, даю согласие на обработку персональных данных, связанную с защитой Поддаевой Ольги Игоревны


Фомин Василий Михайлович
» 09 . 2023 г.



Подпись Фомина Василия Михайловича удостоверяю:

Ученый секретарь ФГБУН ИТПМ СО РАН

к.ф.-м.н.  Кратова Юлия Владимировна

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Ланиса Алексея Леонидовича на диссертацию

Поддаевой Ольги Игоревны на тему:

«Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла»,
представленную к защите в диссертационный совет 40.2.002.08 на базе
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)) на
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.9.10. – Техносферная безопасность транспортных систем
(технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы

С учетом географических особенностей территории Российской Федерации развитие транспортной инфраструктуры оказывает существенное влияние на ее экономику и является важнейшей народно-хозяйственной задачей. Критически важные объекты транспортной инфраструктуры в пределах своего жизненного цикла подвергаются высоким рисками, проявляющимися при эксплуатации, строительстве и других этапах их жизненного цикла; объекты транспорта связаны с повышенной опасностью из-за значительных скоростей движения транспортных средств, высоких перемещаемых масс, знакопеременной динамической нагрузки, наличия множества обеспечивающих систем и зависимостью от человеческого фактора.

В соответствии с Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года обеспечение надежности и безопасности функционирования транспортной инфраструктуры, поддержание ее нормативного состояния является одним из направлений развития транспортного комплекса Российской Федерации, в том числе снижение негативного воздействия транспортного комплекса на окружающую среду и климат в соответствии с принципами устойчивого развития, а также обеспечение безопасности на транспорте и транспортной безопасности. При этом одной из задач развития транспортного комплекса Российской Федерации является приведение транспортной инфраструктуры в соответствие с нормативными требованиями и

обеспечение ее долговременной устойчивости, включая обеспечение ее защищенности от воздействия изменений климата.

В связи с изложенным, тема представляемой диссертации актуальна и своевременна как для фундаментальных основ научной специальности, так и для инженерных задач. Достижение сформулированной цели диссертации и решение представленных задач позволит решить научную проблему, имеющую важное хозяйственное значение для техносферной безопасности транспортных систем.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность результатов диссертации подтверждается корректной постановкой решаемых задач; использованием традиционных и современных верифицированных методик и подходов в области моделирования динамических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры; проверкой адекватности предложенных математических моделей и вычислительных алгоритмов; подтверждением теоретических результатов при сравнении с результатами натурного мониторинга и физического моделирования.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций проведенного исследования базируется на соответствии полученных аналитических и графических зависимостей с экспериментальными и теоретическими результатами других авторов, использованием поверенных измерительных систем и систем мониторинга с проверкой сходимости результатов отдельных этапов моделирования.

В диссертации получены результаты, обладающие научной новизной и расширяющие существующие знания в сфере обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла:

1. Впервые предложена система оценки факторов техносферных воздействий на критически важные объекты транспортной инфраструктуры,

основанная на классификации подходов к исследованию техногенных и климатических воздействий на различные типы сооружений, на теоретико-экспериментальном моделировании с учетом уникальности и ответственности сооружений, орографии окружающей местности, оригинальной архитектурной формы, и высокой вероятности сочетания нескольких метеорологических факторов.

2. Разработан и апробирован алгоритм моделирования климатических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры, основанный на экспериментальных исследованиях различных типов объектов транспортной инфраструктуры на различных этапах их жизненного цикла.

3. Впервые предложен комплекс моделей динамического поведения критически важных объектов транспортной инфраструктуры с учетом климатических, техногенных и сопутствующих воздействий, базирующихся на моделировании как самого сооружения, его конструкции и отдельных элементов, так и технологических процессов, происходящих при монтаже и эксплуатации на различных этапах их жизненного цикла.

4. Впервые сформирован перечень опасных факторов с учетом природных и техногенных воздействий, влияющих на техносферную безопасность объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла.

5. Предложены методы и технические решения для безопасного выполнения работ на критически важных объектах инфраструктуры при техносферных воздействиях, позволяющие находить опасные зоны при реализации технологических процессов непосредственно на сооружении или поблизости от него, при этом учитывающие сочетания климатических и техногенных воздействий, орографию местности; а также систему мер для снижения влияния эксплуатации критически важных объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду и сами сооружения.

6. Предложен и апробирован инженерный метод верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования для различных критически важных объектов транспортной инфраструктуры.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость исследования основывается на расширении области применения результатов реализации комплекса моделей для изучения климатических (аэродинамических, температурных, гололедных) и техногенных (вибрации и аэродинамические воздействия от подвижного состава) воздействий на объекты транспортной инфраструктуры, а также имитационного моделирования при описании динамического поведения и состояния критически важных объектов инфраструктуры в течение всего жизненного цикла. Автором получены научные результаты, выводы и предложения, позволяющие сформировать перечень опасных факторов, влияющих на техносферную безопасность объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла с учетом природных и техногенных воздействий. Разработаны и апробированы алгоритмы моделирования объектов транспортной инфраструктуры, математические модели их динамического поведения с учетом климатических и техногенных воздействий.

Практическая значимость исследования подтверждается разработкой и внедрением системы практических решений безопасного выполнения работ на критически важных объектах инфраструктуры при различных климатических и техногенных воздействиях на разных этапах жизненного цикла, с учетом механизма зарождения и развития опасных зон на рассматриваемом объекте и в непосредственной близости от него. Разработан и апробирован инженерный метод верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования с использованием аэродинамических труб.

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Диссертационная работа Поддаевой Ольги Игоревны состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Общий объем исследовательской работы составляет 270 машинописных страниц, основной текст изложен на 236 страницах, содержит 168 рисунков и 11 таблиц. Список литературы включает 227 наименований.

Диссертация логически выдержана, изложена технически грамотным

языком, содержание и структура соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования. Выдвигаемые соискателем теоретические и методологические положения, а также сформированные в диссертации выводы и предложения, как результаты исследования, являются новыми.

Во введении представлена и обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, решение которых необходимо для достижения заявленной цели, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов, личный вклад автора, внедрение и апробация результатов работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту. Обоснованы основные направления совершенствования системы обеспечения техносферной безопасности транспортных систем на моделировании и оценки факторов техносферных воздействий на критически важные объекты транспортной инфраструктуры.

Первая глава содержит пять подразделов, посвященных анализу техносферных воздействий с учетом климатических и техногенных факторов (ветровых, в т.ч. ветровых потоков с абразивными частицами, снеговых, гололедных воздействий, воздействий от агрессивных сред, химически активных воздействий и т.д.) на критически важные объекты транспортной инфраструктуры; приводится анализ аварий на различных объектах транспортной инфраструктуры. Установлено и подтверждено инженерными примерами поведения реальных конструкций, что техносферные воздействия, основанные на ветровых и сопутствующих воздействиях (воздействие агрессивных сред, влаги, снега, гололедной нагрузки, химически активных воздействий, ветровые потоки с абразивными частицами и т.д.) являются одной из причин аварий и катастроф различных сооружений. Особое внимание уделено взаимодействию мостовых конструкций с ветровым потоком, поскольку мостовые сооружения обладают повышенной чувствительностью к динамическим нагрузкам, то для мостовых переходов при определенных условиях техносферные воздействия могут вызвать явления аэродинамической неустойчивости. Приведена классификация явлений

аэроупругой неустойчивости, перечислены основные явления аэроупругой неустойчивости и методики проверки мостовых сооружений на них, приведенные как в нормативно-технической, так и научной литературе. В первой главе произведен достаточно подробный анализ снеговых воздействий на объекты транспортной инфраструктуры. Из приведенного обзора следует, что для определенных типов объектов транспортной инфраструктуры (полный перечень таких конструкций содержится в диссертационной работе) проведение физического моделирования ветровых и сопутствующих воздействий, связанных с переносом различных фракций элементов окружающей среды, в аэродинамических трубах является обязательной частью исследования на этапе их проектирования. На основе проведенного анализа предложена система классификации техносферных воздействий, основанных на ветровых и сопутствующих воздействиях (воздействие агрессивных сред, влаги, снега, гололедной нагрузки, химически активных воздействий, ветровые потоки с абразивными частицами и т.д.) на критически важные объекты транспортной инфраструктуры.

Вторая глава структурно разделена на три содержательных подраздела и подраздел с выводами по всей главе. Во второй главе подробно и последовательно изложена разработанная комплексная методика теоретико-экспериментального моделирования климатических и техногенных воздействий на различные объекты транспортной инфраструктуры, приведены подробные алгоритмы динамических и статических, дренажных и весовых испытаний. Впервые предложена уникальная методика оценки объектов транспортной инфраструктуры на резонансное вихревое возбуждение, не требующая изготовления динамически подобных моделей.

Разработанная автором комплексная методика включает в себя: статистическую методику анализа климатических воздействий и методику экспериментального моделирования климатических воздействий на различные типы объектов транспортной инфраструктуры, в том числе:

- методику моделирования ветровых воздействий, содержащую

подробное описание динамических и статических испытаний мостовых сооружений, весовых и дренажных испытаний зданий и сооружений, а также методику оценки резонансного вихревого возбуждения;

- методику моделирования снеговых воздействий на покрытия объектов транспортной инфраструктуры;

- методику оценки наледи на объектах транспортной инфраструктуры и сопутствующих рисков;

- методику исследования различных типов шумозащитных экранов;

- методику экспериментального исследования распространения пылевых загрязнений на территории объектов транспортной инфраструктуры.

Третья глава разделена на четыре основных подраздела и содержит подраздел с выводами по главе. Данная глава посвящена теоретико-экспериментальному моделированию, включающему проектирование и создание масштабных моделей для проведения физических экспериментов, а также апробацию на примере как реально существующих, так и проектируемых сооружений. В данной главе показано применение разработанных автором методик, описание которых приведено во второй главе диссертационной работы. В первом подразделе третьей главы проводится апробация методики статистического анализа климатических воздействий для двух различных по климатическим режимам регионов РФ. Во втором подразделе главы проведена апробация методики моделирования ветровых воздействий на мостовые переходы на стадии эксплуатации и монтажа. Исследована аэродинамическая устойчивость различных типов мостовых конструкций. Для выбранных мостовых переходов спроектирован и создан комплекс моделей для анализа их динамического поведения. В третьем подразделе главы приведена апробация методики моделирования ветровых воздействий на различные объекты транспортной инфраструктуры: аэровокзальный комплекс, решетчатая конструкция, включая апробацию методики исследования на резонансное вихревое возбуждение, не требующую изготовления динамически подобной модели. Четвертый подраздел содержит апробацию методики моделирования снеговых воздействий, на

различные объекты транспортной инфраструктуры.

Четвертая глава состоит из двух общих подразделов и подраздела с выводами по главе. В четвертой главе приведен инженерный метод верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования для различных критически важных объектов транспортной инфраструктуры. Проведена верификация методики экспериментальных исследований аэродинамической устойчивости большепролетного мостового сооружения. Проведена оценка возможности возникновения изгибно-крутильного флаттера на основании теории Теодорсена. Результаты экспериментальных исследований подтверждаются аналитическими расчетами как качественно, так и количественно. Приведена верификация методики экспериментального моделирования снегопереноса для классического примитива (модели куба) и реального сооружения.

Пятая глава содержит четыре основных подраздела и подраздел с выводами по главе. В пятой главе представлены методы и средства снижения влияния эксплуатации критически важных объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду, сами сооружения и эксплуатационные службы. Приведена методика экспериментального исследования распространения пылевых загрязнений на территории. Апробация данной методики выполнена на транспортном узле угольного терминала. В пятой главе приведена аналитическая методика оценки возникновения наледи и сопутствующих рисков. В данной главе представлена разработка системы защиты окружающей среды и транспортных магистралей от техногенных воздействий на основе обеспечения аэродинамической устойчивости с помощью использования различных видов обтекателей и дефлекторов.

Заключение содержит обобщенные выводы, рекомендации и основные научные результаты, полученные и обоснованные в соответствующих разделах диссертационной работы, также изложены перспективные направления развития темы исследования, среди которых следует отметить возможность создания единой автоматизированной цифровой системы поддержки проектирования, строительства и эксплуатации критически важных объектов транспортной

инфраструктуры с точки зрения обеспечения техносферной безопасности транспортной системы на всех этапах жизненного цикла.

Диссертационная работа Поддаевой О.И. на тему «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла» написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, является законченной квалификационной работой, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Рассматриваемая диссертация по широте и глубине охвата проблемы, стилю изложения материала, содержанию и оформлению отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

По теме диссертации опубликовано 44 научные работы, из них 18 статей опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, 26 работ опубликовано в журналах, входящих в международные базы научного цитирования Scopus и Web of Science, включая научные работы, опубликованные в журналах Web of Science первого квартиля, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Перечисленные публикации и свидетельства отражают основное содержание диссертационной работы и автореферата, их объем, содержание и структура соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат в полной мере и подробно отражает содержание диссертационной работы, раскрывает основные положения проведенного исследования и полученные результаты. Основные выводы по диссертации приведены в заключении автореферата.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационная работа Поддаевой Ольги Игоревны соответствует

паспорту специальности 2.9.10 –Техносферная безопасность транспортных систем (исследования, соответствуют не менее чем пяти пунктам паспорта), а именно следующим пунктам паспорта специальности:

п. 2 – Негативные факторы транспортной деятельности и их влияние на уровень техносферной безопасности;

п. 4 – Физические, физико-химические, биологические и социально-экономические процессы, производственные и информационно-коммуникационные технологии и материалы, определяющие опасные факторы транспортной деятельности;

п. 5 – Техносферная безопасность в жизненном цикле транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры, технологий транспортировки грузов и пассажиров, транспортных информационно-коммуникационных технологий;

п. 8 – Методы и средства обеспечения техносферной безопасности транспортных систем;

п. 11 – Методы и средства повышение экологичности и безопасности транспортных средств, транспортной инфраструктуры.

Диссертация содержит новые научные результаты, выводы и рекомендации из всех пяти областей, упоминаемых в названии специальности: техносферная безопасность транспортных систем.

Замечания по диссертационной работе

Наряду с существенными достоинствами в диссертационной работе Поддаевой О.И. выявлены и некоторые замечания:

1. В работе не представлена общая структура системы мониторинга за критически важным объектом транспортной инфраструктуры.

2. Из работы не ясен возможный экономический эффект предложенных автором практических рекомендаций по использованию предлагаемых методов, моделей и алгоритмов для обеспечения техносферной безопасности объектов транспортной инфраструктуры.

3. В исследованиях не учитывается габаритное пространство объекта

транспортной инфраструктуры, а между тем, эта характеристика присутствует во всех нормативно-технических документах.

4. В процессе выполнения исследования автором проводился анализ отдельных положений существующей нормативной документации по техносферной безопасности. Составлялись ли предложения по возможной их корректировке с учетом полученных автором научных результатов?

Приведенные замечания и недостатки не снижают значимость работы и не влияют на общую высокую оценку проведенного научного исследования.

На основе детального изучения диссертационной работы и ее автореферата, можно сделать итоговое положительное заключение.

Заключение

Диссертация Поддаевой Ольги Игоревны на тему «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.10 – Техносферная безопасность транспортных систем (технические науки), содержит существенные теоретические и практические разработки, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны; по своей актуальности, объему и научному уровню в полной мере соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.:

п. 9 - диссертация является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, расширяющее фундаментальные представления о техносферной безопасности объектов транспортных систем на различных этапах их жизненного цикла, новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны и ее транспортной отрасли предложено;

п. 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним

единством и содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приведены сведения о практическом использовании автором научных результатов, а также рекомендации по практическому использованию научных положений и выводов. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

п. 11 – основные научные результаты диссертации в полной мере отражены в научных работах автора, опубликованных в рецензируемых научных изданиях;

п. 13 – количество публикаций автора, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в полной мере отвечают требуемым критериям;

п. 14 – диссертация снабжена ссылками на других авторов, источники заимствования материалов, а также на научные работы выполненные автором самостоятельно или в соавторстве.

Поддаева Ольга Игоревна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.10 –Техносферная безопасность транспортных систем (технические науки).

Официальный оппонент,
начальник Управления
научно-исследовательских работ,
заведующий кафедрой «Путь и путевое хозяйство»
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет путей сообщения»,
доктор технических наук по специальности
05.22.06 – «Железнодорожный путь, изыскание и
проектирование железных дорог», профессор

Ланис

Ланис Алексей Леонидович
«31» августа 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО СГУПС)
630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191
телефон: 8 (383) 328-04-55
e-mail: lanisal@stu.ru

Подпись профессора Ланиса А.Л. заверяю.

А. Рубцова И.В.



В диссертационный совет Д 40.2.002.08 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ))

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, доцента Алгазина Сергея Дмитриевича на диссертацию Поддаевой Ольги Игоревны на тему «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.10. – Техносферная безопасность транспортных систем

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационное исследование Поддаевой Ольги Игоревны посвящено решению актуальной проблемы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры. В последние годы типовая архитектура уступает место нетиповой, что приводит к росту разнообразия конструктивных решений, совершенствованию технологий строительно-монтажных работ, применению новых строительных материалов, параллельно с этим идет процесс совершенствования транспортной инфраструктуры. Задача повышения качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду соответствует Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года. Все перечисленное требует актуализации и совершенствования комплекса мер, подходов и технологий, направленных на обеспечение техносферной безопасности объектов транспортной инфраструктуры, позволяющих прогнозировать и предотвращать наступление аварийных ситуаций. Таким образом, диссертационная работа соискателя направлена на решение важной народно-хозяйственной проблемы.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность выводов, положений и рекомендаций, содержащихся в диссертационной работе, обусловлена структурированностью, последовательностью, логичностью их изложения, использованием известных общенаучных принципов исследования, применением системного подхода, статистических методов обработки данных. Приведенные в диссертации выводы, положения и рекомендации в достаточной степени обоснованы и имеют хорошую доказательную базу.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается применением современной экспериментальной базы, использованием

поверенного оборудования, верификацией полученных экспериментальных данных с данным, полученными теоретически по известным методикам. Основные положения диссертационной работы хорошо известны отечественному и зарубежному научному сообществу: по теме исследования опубликованы в 44 работы, в том числе 18 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 26 статей из изданий, входящих в международные базы научного цитирования Web of Science и Scopus, включая журналы Web of Science первого кварття.

Научная новизна работы заключается в разработанной и апробированной методике обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуре.

Среди новых научных результатов необходимо отметить следующее:

1) Разработанный и апробированный алгоритм моделирования климатических воздействий на объекты транспортной инфраструктуры, основанный на экспериментальных исследованиях различных типов объектов транспортной инфраструктуры на различных этапах их жизненного цикла;

2) Предложенные методы и технические решения для безопасного выполнения работ на критически важных объектах инфраструктуры при техносферных воздействиях;

3) Предложенный и апробированный инженерный метод верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования для различных критически важных объектов транспортной инфраструктуры;

4) Комплекс моделей динамического поведения критически важных объектов транспортной инфраструктуры с учетом климатических, техногенных и сопутствующих воздействий.

Новизна полученных результатов подтверждена двумя свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных соискателем результатов

Разработанные и апробированные алгоритмы моделирования объектов транспортной инфраструктуры и математические модели динамического поведения объектов транспортной инфраструктуры с учетом климатических и техногенных воздействий представляют интерес как с точки зрения развития фундаментальных основ в области техносферной безопасности транспортных систем, так и с точки зрения инженерных задач проектирования технологических процессов мониторинга, диагностики сооружений, выполнения ремонтных работ с учетом технологии безопасного выполнения работ, а также продления жизненного цикла сооружения.

Полученные в ходе исследования методики, результаты и положения используются в производственной, проектной, научно-исследовательской и учебной деятельности Группы компаний «Вагонпутьмаш» (г. Москва), Независимого испытательного центра наземных транспортных комплексов (г. Москва), Российского университета транспорта (МИИТ).

5. Оценка содержания диссертация и ее завершенность

Диссертационная работа соискателя состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы. Общий объем исследовательской работы составляет 270 машинописных страниц, основной текст изложен на 236 страницах, содержит 168 рисунков и 11 таблиц. Список литературы включает 227 наименований.

Во *введении* обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость работы, указаны методология и методы исследования, отражена степень достоверности и апробация результатов исследования, выделен личный вклад соискателя.

Первая глава «Анализ климатических и техногенных факторов воздействия на критически важные объекты транспортной инфраструктуры» состоит из введения, трех разделов и выводов по главе. Во введении содержатся вводные сведения о техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры. В разделе два описаны климатические воздействия на объекты транспортной инфраструктуры и возможные последствия от них. В третьем разделе приводятся требования к проведению физических испытаний сооружений в аэродинамических трубах как основного метода исследования объектов транспортной инфраструктуры на климатические воздействия. В четвертом разделе главы приведены разработанные соискателем на основании проведенного анализа классификация техносферных воздействий с учетом климатических и техногенных факторов на критически важные объекты транспортной инфраструктуры. В заключении отражены основные выводы по первой главе.

Вторая глава «Методика теоретико-экспериментального моделирования климатических и техногенных воздействий на объекты транспортной инфраструктуры» состоит из трех подразделов. Описанию разработанной автором комплексной методики отведено 26 страниц. В первом разделе главы приводится статистическая методика предварительного анализа климатических воздействий. Второй раздел содержит описание методики моделирования ветровых воздействий на различные объекты транспортной инфраструктуры: большепролетные мосты, мачты освещения, конструкции электрического хозяйства транспортной инфраструктуры и другие решетчатые (ветропроницаемые сооружения), включая методику оценки возможности возникновения резонансного вихревого возбуждения на объектах транспортной инфраструктуры. В третьем разделе главы содержится описание методики моделирования снеговых воздействий на объекты транспортной инфраструктуры. В заключении описаны основные результаты, полученные во второй главе.

Третья глава диссертации «Теоретико-экспериментальное моделирование, включающее проектирование и создание масштабных моделей для проведения физических экспериментов, а также апробацию на примере как реально существующих, так и проектируемых сооружений» состоит из четырех разделов и выводов по главе. В первом разделе главы апробирована методика статистического анализа климатических воздействий, описанная во второй главе.

Во втором разделе главы содержатся результаты экспериментальных исследований различных типов мостовых переходов в аэродинамической трубе ландшафтного типа на стадии эксплуатации и монтажа. В третьем разделе главы описаны экспериментальные исследования различных типов объектов транспортной инфраструктуры на ветровые воздействия: аэровокзальный комплекс, решетчатые конструкции, исследование не резонансное вихревое возбуждение. В четвертом разделе главы приведены результаты экспериментальных исследований различных типов объектов транспортной инфраструктуры на снеговые воздействия. В заключении приводятся выводы по главе.

Четвертая глава «Инженерный метод верификации результатов теоретико-экспериментального моделирования для различных критически важных объектов транспортной инфраструктуры» состоит из двух разделов и выводов по главе. В первом разделе приведена верификация методики экспериментальных исследований аэродинамической устойчивости большепролетного мостового сооружения, во втором – верификация методики экспериментального моделирования снегопереноса. В заключении приводятся выводы по главе.

Пятая глава «Методы и средства снижения влияния эксплуатации критически важных объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду, и сами сооружения и эксплуатационные службы» состоит из четырех разделов и выводов по главе. В первом разделе приведена методика экспериментального исследования распространения пылевых загрязнений на территории. Во втором разделе содержится методика исследования шумозащитных экранов в аэродинамической трубе ландшафтного типа. Третий раздел посвящен возникновению наледи и сопутствующим рискам. Пятый раздел содержит методику выявления опасных зон при проведении работ. В заключении приводятся выводы по главе.

В заключении подведены итоги проведенного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшего исследования, сформулированы общие выводы по работе.

Содержание диссертации соответствует поставленной цели и раскрывающим ее задачам исследования. Диссертация написана на хорошем научном языке, изложена логично и последовательно с использованием профессиональной терминологической лексики. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой.

6. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат диссертации отражает содержание диссертационной работы, раскрывает актуальность темы исследования, научную новизну и значимость полученных результатов, содержит основные положения проведенного исследования, полученные результаты и выводы.

7. Соответствие паспорта научной специальности

Диссертационная работа «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла» соответствует паспорту специальности 2.9.10 –Техносферная

безопасность транспортных систем (исследования, соответствуют не менее чем пяти пунктам, паспорта), а именно следующим пунктам паспорта специальности: п. 2 – Негативные факторы транспортной деятельности и их влияние на уровень техносферной безопасности; п. 4 – Физические, физико-химические, биологические и социально-экономические процессы, производственные и информационно-коммуникационные технологии и материалы, определяющие опасные факторы транспортной деятельности; п. 5 – Техносферная безопасность в жизненном цикле транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры, технологий транспортировки грузов и пассажиров, транспортных информационно-коммуникационных технологий; п. 8 – Методы и средства обеспечения техносферной безопасности транспортных систем; п. 11 – Методы и средства повышение экологичности и безопасности транспортных средств, транспортной инфраструктуры.

Диссертация содержит новые научные результаты, выводы и рекомендации из всех пяти областей, упоминаемых в названии специальности: техносферная безопасность транспортных систем.

8. Замечания по диссертационной работе

В качестве рекомендаций и замечаний можно отметить следующее:

1) Явления аэродинамических воздействий широко описаны для задач авиации, можно было привести сравнительный анализ предлагаемых подходов для мостовых сооружений и известных результатов для крыла самолета.

2) Для каждого этапа натурного моделирования можно было создать «цифровой» двойник в программно-вычислительном комплексе и сравнивать точность получаемых результатов.

3) На странице 165 говорится, что круговая экспозиция по направлению ветра с шагом 45° , позволяет запроектировать исследуемую конструкцию с заданной надежностью, данное предположение следовало бы пояснить более подробно.

4) Больше внимание в работе следовало бы уделить описанию применяемых методов статистического анализа.

Указанные замечания не меняют общего положительного впечатления от данного диссертационного исследования.

9. Заключение

Диссертационная работа соискателя Поддаевой Ольги Игоревны на тему «Основы обеспечения техносферной безопасности критически важных объектов транспортной инфраструктуры в пределах жизненного цикла» по объему и содержанию, масштабу поставленных задач и глубине проведенных исследований представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой обоснованы новые научные положения, направленные на качественное повышение надежности и безопасности транспортных сооружений и развитие транспортной инфраструктуры Российской Федерации.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пунктами 9-11, 13,14 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в действующей редакции), а ее автор Поддаева Ольга Игоревна заслуживает присуждения ученой степени доктора

технических наук по специальности 2.9.10 – Техносферная безопасность транспортных систем.

Я, Алгазин Сергей Дмитриевич, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Поддаевой О.И., а также их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт проблем
механики им. А.Ю. Ишлинского
Российской Академии наук,
ведущий научный

сотрудник лаборатории механики и оптимизации конструкций,
д.ф.-м.н.

Научная специальность: 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

119526, Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1

+7-495-434-32-38

algazinsd@mail.ru

Алгазин

Алгазин Сергей Дмитриевич

Подпись Алгазина С.Д. заверена Учёным секретарём ИПМех РАН Котовым М.А.



Подпись *Алгазина С.Д.* заверяю
Ученый секретарь
ИПМех РАН *М.А. Котов* М.А. Котов

19.09.2023