

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(ДВГУПС)**

Серышева ул., д. 47, г. Хабаровск, 680021, Россия

Тел. (4212) 40-72-00, 40-75-16,

Факс: (4212) 40-73-21

E-mail: root@festu.khv.ru, www.dvgups.ru

« 19 » декабря г. № 1325

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе

ФТБОУ ВО ДВГУПС

к.т.н., доцент

Игнатенко Иван Владимирович



_____ 2025 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Чистякова Эдуарда Юрьевича
«Моделирование динамики взаимодействия высокоскоростного подвижного
состава с объектами транспортной инфраструктуры с учетом интенсивного
воздействия бокового ветра» на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 2.9.3 – Подвижной состав
железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Актуальность темы выполненной работы

Развитие сети высокоскоростных железнодорожных и скоростных магистралей неразрывно связано с вопросами обеспечения безопасности движения поездов в зонах с повышенными ветровыми нагрузками. Наличие значительных открытых пространств при пересечении широких рек, движении вдоль прибрежной полосы по мостовым и эстакадным конструкциям ферменного и балочного типа в условиях сильного бокового ветра может привести к перераспределению веса подвижного состава по осям колесных пар ходовых тележек. Аналогичные эксплуатационные проблемы возникают при прохождении высокоскоростного поезда вблизи искусственных сооружений. Эти проблемы обусловлены интенсивным и переменным силовым воздействием возмущенных воздушных масс на движущийся поезд. Усиление неравномерности перераспределения нагрузок на оси и колесные пары возникает при прохождении мостов и эстакад, поскольку появляются дополнительные воздействия,

обусловленные влиянием совместных колебательных процессов мостовых конструкций, ходовой части высокоскоростного подвижного состава, рессорного подвешивания, колеса и рельса. При этом на характер и форму колебаний сопряженных корпусных элементов высокоскоростного подвижного состава оказывают влияние упругие связи между вагонами движущегося поезда.

Цель исследования. Разработка рекомендаций по повышению энергоэффективности и безопасности движения, а также уточнение механизма взаимодействия пары «колесо – рельс» на основе моделирования динамики взаимодействия высокоскоростного подвижного состава и объектов транспортной инфраструктуры в условиях движения с учетом интенсивного воздействия бокового ветра.

2. Содержание и апробация работы

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение и изложена на 189 страницах машинописного текста, содержит 38 таблиц, 64 рисунка, 1 приложение. Список цитируемой литературы содержит 100 источников, в том числе 16 работ автора единолично и с соавторами.

Во введении автором обосновывается актуальность рассматриваемой проблемы и представлены основные научные положения, составляющие предмет диссертационной работы.

В первой главе автором выполнен аналитический обзор, раскрывающий современное состояние проблемы, сформулирована цель и задачи исследований. Проанализированы методы исследования аэродинамики высокоскоростных поездов. Отмечено, что наиболее эффективным методом исследования аэродинамики высокоскоростных поездов являются методы численного моделирования на базе методов конечных элементов в трехмерной нестационарной постановке, позволяющие выполнять исследования для подвижного состава и искусственных сооружений транспортной инфраструктуры произвольных конструкций при любых начальных условиях, в том числе, недостижимых в условиях реальной эксплуатации.

Показана необходимость адаптации и установления границ применимости существующих методик анализа процессов в контактной паре «колесо – рельс» для условий высокоскоростного движения по мостовым конструкциям с учетом сложных колебательных процессов, обусловленных наличием динамических нагрузок от колебаний движущегося высокоскоростного подвижного состава и мостовой конструкции, а также протеканием процессов аэродинамического взаимодействия с мостовой конструкцией в условиях движения с учетом интенсивного воздействия бокового ветра.

Во второй главе выполнено численное моделирование процесса аэродинамического сопротивления движения высокоскоростного подвижного состава (расчетным подвижным составом принят Velaro RUS (ЭВС2 «Сапсан») при его движении (200 – 400 км/ч) по эстакаде и пролетному строению моста ферменной конструкции при воздействии бокового ветра. Расчет выполнен в квазистационарном режиме. Разработан алгоритм численного моделирования динамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с возмущенной воздушной средой и объектов транспортной инфраструктуры. Смоделировано воздействие боковых воздушных потоков, характерных для

сильного шторма и урагана (по шкале Бофорта): 12 м/с – 6 баллов, 27 м/с – 10 баллов, 36 м/с – 12 баллов при движении по эстакаде. Установлена картина распределения воздушных потоков вблизи движущегося высокоскоростного подвижного состава и определены величины давлений на его поверхности, обусловленные явлениями инерционного наддува и увлечения воздушной среды движущимся поездом. Выявлено, что образование значительной разницы давлений на наветренной и подветренной поверхностях кузова вагона обусловлено явлениями сноса срывного потока воздушной среды в направлении хвостовых вагонов, что ввиду наличия сопряженных упругоподатливых связей между вагонами вызывает усложнение характера их колебательного процесса, создает опасный бортовой крен части состава, сопровождающийся обезгруживанием колес.

Результаты численного моделирования динамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с возмущенной воздушной средой при движении по пролетному сооружению ферменного моста показали, что ферменные сооружения мостов вызывают торможение части увлеченного поездом объема воздуха, вследствие его взаимодействия с частями конструкции фермы моста, что является негативным фактором, поскольку оказывает дополнительное сопротивление движению подвижного состава. Кроме того, ферменная конструкция мостового пролета для бокового ветра представляет собой периодически перфорированную структуру, в связи с чем поток воздушных масс делится на отдельные повторяющиеся потоки, вызывая колебания скорости текучей среды, давления и завихренности, что отражается на зависимостях характерными, повторяющимися зубцами подобной формы. В отдельности каждое из этих возмущений (силовое воздействие на корпус проходящего подвижного состава) не оказывает существенного влияния, но их строго периодическое повторение при определенной скорости движения подвижного состава может вызвать существенное резонансное воздействие, что может оказать раскачивающее влияние на состав.

Третья глава посвящена разработке математической модели ходовой части высокоскоростного подвижного состава, учитывающей упругий контакт колеса и рельса, который моделируется с помощью элемента «твёрдотельный контакт», подразумевающий определение столкновений элементов с вычислением величины взаимного проникновения поверхностей на основе свойств упругости и определением вектора силы реакции.

Настоящая модель рассматривает движение состава из 5 вагонов в установившемся режиме со скоростью 350 км/ч. Моделирование движения производится на основе методов Лагранжевой механики с помощью решающей программы Solidworks Motion, программа генерирует систему связанных дифференциальных и алгебраических уравнений, которая решается для каждого момента времени методом Гира. Выполненная апробация модели показала ее применимость в части исследования совместных колебаний системы, состоящей из поезда и мостовой конструкции, под действием возмущающих сил, возникающих в ходе движения поезда на скорости 350 км/ч по податливой опорной поверхности с учетом дополнительной ветровой нагрузки, а также резонансных явлений. Полученные данные демонстрируют высокую динамическую активность системы и подтверждают необходимость учёта контактных сил в последующих расчётах.

В четвертой главе разработана методика и проведены натурные испытания.

динамического воздействия высокоскоростного подвижного состава с определением амплитудно-частотных характеристик вибрации колебаний системы «поезд – путь – мост», действующих на кузова головного и хвостового вагонов поезда Velaro RUS («Сапсан»), при движении по мосту на участке Москва – Санкт-Петербург Октябрьской железной дороги филиала ОАО «РЖД» в прямом и обратном направлении. Результаты натурного эксперимента позволили провести валидацию построенной модели.

Для исследования влияния длины пролёта моста на динамическое поведение системы, включающей путь и подвижной состав, при высокоскоростном движении произведено моделирование динамики взаимодействия подвижной многокомпонентной нагрузки по пролетному строению, представленного шарнирно-сочлененным стержнем переменной жесткости. Рассматриваемые пролёты различной длины позволили выявить критические сочетания параметров, приводящие к резонансным явлениям. Во всех исследуемых случаях наблюдалось возбуждение колебаний с собственной частотой пролёта при прохождении последней тележки через последнюю четверть длины моста. Максимальные ускорения фиксировались в момент завершения движения состава по пролёту, что свидетельствует о переходном резонансном эффекте.

Таким образом, во время прохождения поезда приложение контактной нагрузки находится на нерезонансных частотах и не представляет угрозы конструкции, однако после прохождения возможна инициация явления механического резонанса; это подтверждается опытом эксплуатации из практики и заслуживает дальнейшего изучения.

Далее было выполнено численное моделирование аэродинамического взаимодействия, сочлененного многофюзеляжного состава с приближенной инфраструктурой. В качестве одной из применяемых внешних нагрузок использовалась вертикальная составляющая силы контактного взаимодействия колеса и рельса Q_y . Для корректного применения в модуле Simulation исходная кривая временной характеристики приложенной силы обработана фильтром сглаживания, скользящего среднего в программе MathLab. В результате проведенных исследований была получена динамическая эпюра результирующих перемещений системы «поезд – пролетное строение ферменного типа».

В исследованиях впервые применена шарнирно-сочлененная модель подвижного состава, оказывающая, в отличие от единого жесткой модели, характерное влияние на формирование воздушной среды в коридоре движения поезда. В частности, имеющаяся угловая и линейная податливость упругих сочленений позволяет занимать корпусным элементам пространственное положение, которые дают возможность минимизировать потенциальную энергию от воздействия набегающего потока воздушных масс.

Полнофакторное моделирование по определению динамики движения высокоскоростного подвижного состава по мостовому сооружению показал, что деформации пролетного строения и грунта носят волновой характер. Расчет выполнен в нестационарной постановке. Рассмотрен временной диапазон от 0 до 4 секунд, что соответствует времени прохода поезда по мосту с установленной скоростью.

Анализ распределения напряжений в конструкции моста при воздействии нагрузок от колесных пар поезда показывает, что близкие значения критической

скорости для возникновения периодических вертикальных колебаний системы, вызванных действием механического и аэродинамических факторов, говорят о возможном синергическом эффекте при некоторых конфигурациях системы и, несомненно, требует дальнейшего исследования.

Выявлено, что распространение напряжений также носит волновой характер. По этой причине представляет интерес анализ процесса распространения энергии колебаний, возбуждаемых движущимся поездом в объеме эстакады и толще грунта.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации, даны перспективы дальнейших исследований.

В приложении представлены документы, подтверждающие практическую реализацию диссертационной работы.

Результаты диссертационного исследования внедрены в процесс проектно-исследовательской и эксплуатационной деятельности Северо-Западной дирекции скоростного сообщения ОАО «РЖД» (Справка о внедрении результатов исследования № ИСХ-3938/С-ЗДОС от 27.06.2025), внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО ПГУПС (акта внедрения результатов диссертационного исследования № 005.05.1-46/191 от 24.06.2025), а также получили необходимую апробацию, о чем свидетельствуют выступления автора на международных и межвузовских научно-технических конференциях.

3. Научная новизна диссертационного исследования:

1. Разработана уточненная динамическая модель аэродинамического взаимодействия в системе «подвижной состав — искусственное сооружение транспортной инфраструктуры», с учетом энерго-массообмена на диффузорно-конфузорных участках.

2. Изучены особенности перераспределения веса подвижного состава по осям колесных пар ходовых тележек под воздействием турбулентных воздушных потоков, образующихся при совместном воздействии бокового ветра и инерционного наддува увлеченной воздушной среды от движения поезда в пространстве «подвижной состав — искусственное сооружение транспортной инфраструктуры».

3. Разработана уточненная модель взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с искусственными сооружениями в условиях движения при интенсивном воздействии ветровой нагрузки, позволяющая более полно учитывать взаимовлияние динамических свойств высокоскоростного подвижного состава и жесткости искусственных сооружений транспортной инфраструктуры.

4. Сформулированы рекомендации по повышению энергоэффективности и безопасности в системе «подвижной состав — искусственные сооружения» в условиях интенсивного аэродинамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с элементами транспортной инфраструктуры.

5. Предложено устройство для имитации процесса нагружения колеса на рельс, а также программа расчета назначенного срока службы цельнокатаных колес подвижного состава, новизна которых подтверждена патентом на полезную модель № 201861 и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021668716 соответственно.

4. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена сходимостью теоретических и

экспериментальных данных исследований и обоснованностью принятых допущений.

5. Теоретическая значимость работы заключается в разработке научно обоснованных технических и технологических решений по компенсации влияния аэродинамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с объектами транспортной инфраструктуры в условиях интенсивного воздействия бокового ветра.

6. Методический уровень исследований, изложенных в работе.

Исследования аэродинамического взаимодействия, движущегося высокоскоростного подвижного состава и искусственных сооружений, выполнялись с использованием методов численного моделирования и разработки математических моделей на основе метода конечных объемов для моделирования аэродинамического взаимодействия в системе «подвижной состав – искусственное сооружение транспортной инфраструктуры». Для моделирования турбулентного течения применена k-ε модель и использованы осредненные уравнения Навье-Стокса. В теоретических исследованиях использованы особенности структуры распределения турбулентных воздушных потоков в пространстве «подвижной состав – искусственное сооружение». Анализ механических процессов при учете взаимодействия движущегося подвижного состава с мостовыми сооружениями, а также колебательных процессов в системе «движущийся поезд – мост» производился с применением программного комплекса SolidWorks FlowSimulation, а анализ полученных данных произведен методами статистической обработки результатов численного моделирования.

7. Практическая значимость работы

1. На основе результатов физического эксперимента построена и верифицирована математическая модель, описывающая процесс аэродинамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с элементами транспортной инфраструктуры.

2. Разработана методика численного эксперимента, позволяющая проводить уточненные расчеты условий взаимодействия высокоскоростного подвижного состава, с учетом динамики подвижного состава, податливости путевых сооружений типа ферменный мост и воздействию на корпусные элементы состава поезда ускоренно движущихся воздушных масс.

3. Разработана методика проведения натурных испытаний динамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава при прохождении мостовых сооружений.

4. Предложены технологические решения и разработаны рекомендации, позволяющие повысить безопасность и скорость движения за счет более полного использования потенциала взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с объектами транспортной инфраструктуры в условиях повышенных ветровых аэродинамических нагрузок.

8. Личный вклад заключается в получении основных научных результатов при исследовании аэродинамического взаимодействия в системе «подвижной состав – искусственное сооружение транспортной инфраструктуры», с учетом энерго-массообмена на диффузорно-конфузорных участках, а также

рекомендаций по повышению энергоэффективности и безопасности работы в условиях интенсивного аэродинамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с элементами транспортной инфраструктуры, в частности:

- в анализе отечественного и зарубежного научного опыта в области исследования взаимодействия пары «колесо-рельс» в условиях аэродинамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с объектами транспортной инфраструктуры в условиях движения при интенсивном воздействии бокового ветра;

- в построении усовершенствованной математической модели, описывающей процесс аэродинамического взаимодействия в системе «подвижной состав – искусственное сооружение транспортной инфраструктуры»;

- в разработке методики численного эксперимента, позволяющей проводить уточненные расчеты взаимодействия высокоскоростного подвижного состава и объектов транспортной инфраструктуры, с учетом динамики подвижного состава, податливости путевых сооружений типа ферменный мост, и воздействию на корпусные элементы ускоренно движущихся воздушных масс;

- в разработке модели распределения веса подвижного состава по осям колесных пар ходовых тележек под воздействием турбулентных воздушных потоков, образующихся при слиянии бокового ветра и инерционного наддува увлеченной воздушной среды от движения поезда в пространстве «подвижной состав – искусственное сооружение транспортной инфраструктуры»;

- в получении результатов экспериментального исследования динамического взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с ферменной мостовой конструкцией с учетом податливости элементов подвесок поезда и несущей металлоконструкции моста, находящихся под воздействием ускоренно движущихся воздушных масс;

- в разработке рекомендаций, позволяющих повысить безопасность и скорость движения высокоскоростного подвижного состава за счет более полного использования потенциала взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с объектами транспортной инфраструктуры в условиях повышенных ветровых аэродинамических нагрузок.

9. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработаны рекомендации по повышению безопасности движения на основе анализа взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с искусственными сооружениями транспортной инфраструктуры в условиях движения при интенсивном воздействии бокового ветра:

- выявлено, что при увеличении скорости движения подвижного состава имеет место тенденция к образованию срывных вихрей воздушной среды на поверхностях головного и хвостового вагонов скоростного поезда. При скоростях выше 300 км/ч образуется дополнительный опрокидывающий момент, вызывающий снижение качества контакта колеса с поверхностью рельса. Для снижения негативного воздействия возмущенной воздушной среды на транспортное средство рекомендуется изменение формы обтекателей головного и хвостового вагонов, путем придания им формы «оживало», обеспечивающей снижение интенсивности вихреобразования на высоких скоростях движения;

- для исключения резонансных явлений, возникающих при прохождении

высокоскоростным поездом мостовых конструкций без ограничения скорости, рекомендуется избегать применения пролетных строений длиной менее базы вагона;

- сравнение результатов расчета, выполненных с помощью разработанной методики учета бокового обдува и движения поезда методом обратимости, показали, что последний дает заниженные значения воздушного давления, а распределение давления и силовая нагрузка существенно отличаются и слабо согласуются с результатами экспериментальных данных. Это не позволяет рекомендовать метод обратимости для анализа процессов аэроупругого взаимодействия высокоскоростного подвижного состава и искусственных сооружений;

- представление движущегося высокоскоростного поезда в виде многофюзеляжной шарнирно-сочлененной системы с упругими связями позволяет получить более точное описание картины распределения нагрузок на колесные пары при движении с высокими скоростями в условиях бокового ветра за счет учета взаимного перемещения корпусных элементов подвижного состава.

10. Внедрение результатов исследования

Полученные результаты применимы как технические и технологические решения по повышению безопасности и скорости движения за счет построения уточненной модели распределения веса подвижного состава по осям колесных пар ходовых тележек под воздействием турбулентных воздушных потоков, образующихся при слиянии бокового ветра и инерционного наддува увлеченной воздушной среды от движения поезда в пространстве «подвижной состав – искусственное сооружение транспортной инфраструктуры».

11. Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационное исследование проведено в соответствии с паспортом научной специальности 2.9.3 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, и соответствует следующим разделам:

п. 1 «Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава и систем тягового электроснабжения, повышение их эксплуатационной надёжности и работоспособности. Системы электроснабжения железных дорог, промышленного железнодорожного транспорта, рельсового городского транспорта и метрополитенов. Методы и средства снижения энергетических потерь, обеспечения энергетической безопасности тяги поездов и электроснабжения железных дорог»;

п. 6 «Улучшение динамических и прочностных качеств подвижного состава. Взаимодействие подвижного состава и пути. Снижение износа элементов пути и ходовых частей подвижного состава. Повышение безопасности движения, обеспечение работоспособности ходовых частей подвижного состава»;

п. 7 «Тяговые и тормозные расчёты. Тяговые и тормозные качества подвижного состава. Обеспечение безопасности движения подвижного состава».

12. Публикации.

Основные положения диссертационной работы и научные результаты опубликованы в 16 печатных работах, из них 12 – в рецензируемых изданиях, включенных в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации

результатов диссертационных работ и приравненных к ним, одной монографии, получены один патент на полезную модель и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. В диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на результаты научных работ, выполненных лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

13. Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В работе недостаточно внимания уделено анализу зарубежного опыта по исследованию динамики взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с объектами транспортной инфраструктуры.

2. В чем состоит опасность ветровой нагрузки, направленной под острым углом навстречу движению состава высокоскоростного поезда?

3. Каковы способы защиты от воздействия боковой ветровой нагрузки?

4. В практике исследования условий аэродинамического взаимодействия движущегося объекта с воздушной средой широко распространен метод «обратимости», например, в аэродинамических трубах. В своей работе автор применил метод «замороженного ротора». Почему?

5. По тексту диссертации имеются замечания редакционного характера.

6. При моделировании движения высокоскоростного состава в пролете ферменного моста был выполнен расчет в нестационарной постановке. Возможно ли его заменить менее энергоемким – квазистационарным?

7. В чем состоит смысл введения в расчетную схему упругоподатливых связей, моделирующих автосцепное устройство?

8. На сколько увеличилось машинное время при расчете шарнирно-сочлененной модели в сравнении с едиnobлочной?

Приведенные замечания не ставят под сомнение основные выводы и рекомендации диссертационной работы, её научную и практическую ценность.

14. Заключение

Диссертация Чистякова Эдуарда Юрьевича «Моделирование динамики взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с объектами транспортной инфраструктуры с учетом интенсивного воздействия бокового ветра» выполнена на актуальную тему, обладает достаточной степенью научной новизны, результаты диссертации имеют практическую ценность. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертация представляет собой самостоятельную, законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по повышению безопасности движения на основе анализа взаимодействия высокоскоростного подвижного состава с искусственными сооружениями транспортной инфраструктуры в условиях движения при интенсивном воздействии бокового ветра, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие транспортной отрасли страны. Эти решения имеют существенное значение для дальнейшего развития подвижного состава железных дорог Российской Федерации.

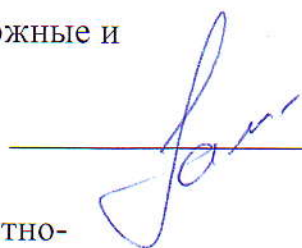
Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертационной работы.

Диссертация по содержанию, научному уровню и завершенности соответствует

критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 27.09.2013 г. № 842 по пунктам 9-14, а её автор, Чистяков Эдуард Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

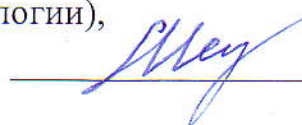
Диссертация и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» 19.12.2025 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой «Транспортно-технологические комплексы»,
кандидат технических наук
(специальность 05.05.04 – Дорожные и строительные машины),
доцент



Гамоля Юрий Александрович

Профессор кафедры «Транспортно-технологические комплексы»,
доктор технических наук
(специальность 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии),
профессор



Макиенко Виктор Михайлович

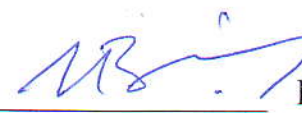
Секретарь кафедры «Транспортно-технологические комплексы»



Порохова Ольга Алексеевна

«Я, Игнатенко Иван Владимирович, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Чистякова Эдуарда Юрьевича и их дальнейшую обработку.

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО ДВГУПС
кандидат технических наук,
доцент



Игнатенко Иван Владимирович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, дом 47 Тел. (4212) 40-72-00 E-mail: root@vestu.khv.ru

Подписи: Чистяков Эдуард Юрьевич, Игнатенко Иван Владимирович, Гамоля Юрий Александрович, Макиенко Виктор Михайлович, Порохова Ольга Алексеевна

