



**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего
образования**

**«Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»**

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

**Ежеквартальный дайджест перспективных технологий
развития железнодорожного транспорта**

III КВАРТАЛ 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	3
О некоторых механических характеристиках балласта при оценке напряженно-деформированного состояния железнодорожного пути	3
Способ обнаружения источника радиопомех, влияющих на работу поездной радиосвязи в диапазоне 2,13 и 2,15 МГц	4
Оценка усталостной долговечности рельсов	5
Методика нормирования жесткости опор мостов на ВСМ вдоль оси пути	6
Механическая стабилизация грунтов подшпального основания геосинтетическими материалами.....	7
Анализ состояния инфраструктуры систем сигнализации, централизации и блокировки Мурманского региона Октябрьской железной дороги	8
О работе сборных водопропускных труб в теле насыпи двухпутного земляного полотна	9
Расчет тепловых потерь в комбинированной фильтрокомпенсирующей установке.....	10
ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ	11

Применение различных типов моторно-осевых подшипников колесомоторных блоков локомотивов в районах Крайнего Севера	11
Особенности формирования структуры воздушных масс в тоннеле при движении поезда	12
Обнаружение неисправностей в системе тягового электроснабжения.	13
Введение показателей энергоэффективности грузовых вагонов - резерв энергосбережения на железнодорожном транспорте	14
О предрейсовом контроле локомотивов с использованием интеллектуального анализа данных	15
Исследование поперечной устойчивости высокоскоростного подвижного состава при выходе из тоннеля	16
ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА.....	17
О совершенствовании эксплуатационной работы пассажирских и технических станций	17
Выгрузка вязких нефтепродуктов из цистерн при низких температурах воздуха	18
Методологические аспекты организации грузоперевозок железнодорожным транспортом в проектах развития восточного полигона с учетом рисков инфраструктурных ограничений	19
Применение машинного обучения для анализа технических характеристик и параметров эксплуатируемого подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях	20
Организация технологичных сквозных перевозок при формировании интеллектуальных транспортных систем	21
Проектирование мультипроцессорного автоматизированного рабочего места для управляющей аппаратуры вагонных замедлителей ВУПЗ-15э	22

ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

О некоторых механических характеристиках балласта при оценке напряженно-деформированного состояния железнодорожного пути
В. И. Смирнов, С. А. Видюшенков

На основании зарубежных публикаций проведен обзор по экспериментальному определению механических параметров материалов, используемых в качестве балластного материала. Данные этого обзора показывают, что свойства исходного материала и размеры частиц оказывают влияние на упругие модули и при конечно-элементном моделировании статических задач гранулометрический состав и свойства материала учитываются лишь через модули. Экспериментальные результаты доказывают нелинейную зависимость модулей от напряженного состояния, что связано с уплотнением среды при сжатии. Однако указывается, что после достаточно большого числа циклов нагружения можно считать среду линейно-упругой.

Источник: <https://www.bricstransport.ru>, 07.09.2023.

Способ обнаружения источника радиопомех, влияющих на работу поездной радиосвязи в диапазоне 2,13 и 2,15 МГц

С. М. Куценко, Н. И. Рукавишников, О. Г. Евдокимова, Ж. Ф. Курбанов

На процесс организации движения поездов влияет множество факторов, качественная радиосвязь является одним из важнейших. Разборчивость команд диспетчера, направленных машинисту, важна для принятия решения о каких-либо его действиях, а также при информировании диспетчера о поездной ситуации на конкретном участке железной дороги. Источниками радиопомех, оказывающих мешающее воздействие на качество полезного сигнала поездной радиосвязи, служат естественные и искусственные помехи. В основном источники вырабатывают низкочастотные помехи. Одним из постоянно действующих источников высокочастотного излучения, оказывающих влияние на устойчивую работу поездной радиосвязи, являются разряды, возникающие в высоковольтной изоляции линий электропередачи, в том числе разряды, образующиеся в изоляции контактной сети. Искровые разряды – источник радиопомех – образуются как на поверхности изолятора (как правило, их называют поверхностными частичными разрядами (ПЧР), так и внутренней толще изоляции (такие разряды называются частичными разрядами (ЧР)).

При эксплуатации высоковольтной изоляции те изоляторы, которые содержат ЧР и ПЧР, называют дефектными. Диагностику ЧР и ПЧР проводят два раза в год посредством вагон-лаборатории. Регистрацию разрядов выполняют в видимом и ультрафиолетовом диапазоне. Существуют акустические методы регистрации ЧР и ПЧР. Предлагается регистрировать разряды в электромагнитном частотном диапазоне. Для оперативности выявления радиопомех антенны рекомендуется разместить на вагон-лаборатории, а измерения совместить с действующей диагностикой высоковольтной изоляции, что позволит повысить достоверность полученных во время диагностики результатов. Для увеличения точности определения источника радиопомехи на вагон-лаборатории рассматривается размещение двух антенн.

Источник: <https://www.bricstransport.ru>, 07.09.2023.

Оценка усталостной долговечности рельсов

Е. И. Шехтман, В. А. Черняева, А. А. Чупрынин

С развитием тяжеловесного и скоростного движения показатели долговечности конструкции пути становятся определяющими. Достоверный прогноз долговечности рельсов необходим для недопущения преждевременного образования усталостных трещин, их развития, повышения вероятности аварий подвижного состава. В данной работе рассмотрены основные подходы к обеспечению усталостной долговечности металлоконструкций, критерии долговечности в расчетах пути на прочность, факторы, влияющие на изменение характеристик сопротивления рельсовых сталей действию циклических нагрузок.

Источник: Путь и путевое хозяйство. – 2023. - № 7. -С. 30-32.

Методика нормирования жесткости опор мостов на ВСМ вдоль оси пути
В. Н. Смирнов

Разработана методика определения минимально возможной жесткости опор мостовых сооружений высокоскоростных магистралей (ВСМ) эстакадного типа вдоль оси пути с помощью анализа работы опор мостов как элементов системы «мост-бесстыковой путь» (МБП). Сформулированы требования к жесткостным параметрам мостовых опор на ВСМ, предотвращающие перенапряжения рельсов бесстыкового пути на мосту при температурных и силовых воздействиях. Разработанные рекомендации позволят при непрерывном бесстыковом пути на мосту уменьшить материалоемкость опор мостовых сооружений эстакадного типа при обеспечении несущей способности рельсов как элементов системы МБП.

Источник: Путь и путевое хозяйство. – 2023. - № 8. -С. 11-14.

Механическая стабилизация грунтов подшпального основания геосинтетическими материалами

А. В. Петряев, Н. К. Маслов, А. В. Святогорова, Д. Н. Сомов

В статье описаны механизм и функция механической стабилизации грунтов геосинтетическими материалами. Выполнена оценка влияния укладки геосинтетических материалов в подшпальное основание железнодорожного пути. Обоснована возможность укладки геосинтетического материала в балластный слой.

Источник: Путь и путевое хозяйство. – 2023. - № 8. –С. 14-17.

Анализ состояния инфраструктуры систем сигнализации, централизации и блокировки Мурманского региона Октябрьской железной дороги

И. В. Кушпиль, В. В. Моисеев

Учитывая перспективы будущего развития межгосударственного сообщения в Северо-Западном регионе и положительный опыт эксплуатации линии Санкт-Петербург — Хельсинки, в статье проведен анализ состояния систем сигнализации, централизации и блокировки основных приграничных железнодорожных направлений Октябрьской железной дороги. Проведенный анализ показал, что существуют два наиболее перспективных приграничных железнодорожных участка, имеющих прямой выход к главному железнодорожному ходу и портам Баренцевого и Белого морей. Со стороны Финляндии: участок ст. Алакургти — ст. Ручьи Карельские, который в перспективе можно продлить до ближайшей финской ст. Салла (70–75 км). Со стороны Норвегии: участок ст. Никель-Мурманский - ст. Кола, который планируется продлить до норвежской ст. Киркенес (50–60 км). На данных участках требуется модернизация систем сигнализации, централизации и блокировки. Дополнительно в статье предложено техническое решение по модернизации этих систем, с одновременным сокращением эксплуатационных затрат на их содержание. Суть решения состоит в использовании системы микропроцессорной централизации с распределенной архитектурой управления, принципами координатного управления движением поездов и применением малолюдных технологий обслуживания устройств сигнализации, централизации и блокировки.

Источник: Автоматика на транспорте. – Т. 9, № 3 (сентябрь). – С. 298-306.

О работе сборных водопропускных труб в теле насыпи двухпутного земляного полотна

Н. А. Перминов

Цель: Установить особенности работы сборных железобетонных водопропускных труб во вмещающем грунтовом массиве двухпутной насыпи с учетом взаимодействия сборных конструкций тела трубы с грунтом. Проанализировать разнонаправленное относительно первого и второго путей сочетание воздействий горизонтальных составляющих поездных нагрузок при встречном прохождении поездов в зоне трубы. Дать предложения по выбору способов усиления конструкций сборных труб с учетом условий их работы в двухпутном земляном полотне.

Методы: Анализ и использование аналитических и экспериментальных методов исследований для оценки работы водопропускных труб в теле земляного полотна, в том числе на двухпутных участках. Аналитическое сопоставление результатов исследований и данных инструментальных наблюдений. **Результаты:** Установлены особенности взаимодействия тела сборной водопропускной трубы с телом двухпутной насыпи при разнонаправленной горизонтальной составляющей поездной нагрузки, проанализирован характер распределения вдоль тела трубы напряженно-деформированного состояния вмещающего массива грунта двухпутного земляного полотна. Показано негативное влияние на тело сборной водопропускной трубы в насыпи на двухпутных участках сочетания разнонаправленного воздействия относительно первого и второго путей горизонтальных составляющих поездных нагрузок при встречном прохождении поездов.

Практическая значимость: Полученные результаты о картине напряженно-деформированного состояния вмещающего грунтового массива и распределения усилий вдоль тела трубы при сочетании разнонаправленных горизонтальных воздействиях на двухпутной земляном полотне позволили установить характер их совместной работы. Это явилось основой для разработки предложения по выбору способов усиления конструкций труб с учетом условий их работы в земляном полотне двухпутных участков пути.

Источник: <http://brni.info>, 21.09.2023.

Расчет тепловых потерь в комбинированной фильтрокомпенсирующей установке

А. В. Агунов, А. А. Карабанов, И. А. Терехин, И. А. Баранов

Цель: Выполнить расчет тепловых потерь в комбинированной фильтрокомпенсирующей установке и провести оценку возможности применения воздушного охлаждения. Методы: Математическое и компьютерное моделирование расчета тепловых потерь комбинированной фильтрокомпенсирующей установки с учетом основных параметров преобразователя.

Результаты: В работе представлены схемы и основные отличия установок компенсации реактивной мощности, применяемые в настоящее время на электрифицированных участках железных дорог. Выполнен расчет тепловых потерь комбинированной фильтрокомпенсирующей установки с учетом основных параметров преобразователя СГРМ на базе транзисторов IGBT. В программном комплексе ANSIS 18.2 разработана имитационная модель шкафа преобразователя и выполнен тепловой расчет охладителя.

Практическая значимость: Результаты расчета тепловых потерь подтвердили возможность использования воздушного охлаждения в представленной комбинированной фильтрокомпенсирующей установке мощностью до 15 Мвар.

Источник: <http://brni.info>, 21.09.2023.

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

Применение различных типов моторно-осевых подшипников колесо-моторных блоков локомотивов в районах Крайнего Севера

А. В. Осипов, Д. Н. Курилкин, О. Р. Хамидов

Совершенствование конструкции колесо-моторного блока (КМБ) локомотива в последние десять лет осуществлялось в части перехода на моторно-осевые подшипники (МОП) качения вместо подшипников скольжения, что стало основанием для предлагаемого исследования.

Цель исследования – теоретическая оценка уровня потерь мощности в различных типах МОП КМБ локомотивов и ее апробация в зависимости от температуры нагрева и технических характеристик подшипников.

Задача исследования — определение потерь мощности в МОП с использованием новых подходов к их установлению.

Предлагаются новые методики определения потерь мощности в МОП скольжения и качения КМБ локомотивов. Данные методики позволяют рассчитывать величины потерь мощности в зависимости от технических характеристик МОП и его температуры нагрева. В зависимости от температуры нагрева подшипника приводятся рекомендации по условиям эксплуатации конкретного типа подшипника КМБ локомотива. Моторно-осевые подшипники скольжения рекомендуется эксплуатировать в диапазоне температур от 10 до 20 °С, подшипники качения от 20 °С и выше.

Предложенные методики расчета потерь мощности МОП КМБ локомотивов могут быть использованы для установления энергетической эффективности данного типа привода, принимая во внимание тип смазочного материала, его температуру, конструктивные особенности и условия его эксплуатации. Полученные результаты могут послужить рекомендациями по выбору типа МОП.

Источник: <https://www.bricstransport.ru>, 07.09.2023.

Особенности формирования структуры воздушных масс в тоннеле при движении поезда

Д. Д. Каримов, Я. С. Ватулин, А. А. Воробьев, Н. В. Богданов

Выполнен анализ влияния аэродинамических факторов на подвижной состав (ПС) и железнодорожную инфраструктуру. Проведено исследование формирования структуры воздушных масс в тоннельных сооружениях при движении высокоскоростного ПС. Проанализированы процессы аэроупругого взаимодействия ПС с порталными сооружениями тоннелей с помощью численного моделирования. Представлено описание математических моделей и способы их реализации в трехмерной постановке в программном комплексе SolidWorks Flow Simulation. Используются методы конечных элементов и объемов для решения поставленных задач.

Приведены результаты численных исследований полей скоростей вблизи порталной зоны тоннеля, полученные с помощью разработанных математических моделей для случаев входа ПС в тоннель и выхода из него. Выявлена сложная структура образования воздушных масс в зазоре между корпусом поезда и обделкой тоннеля, которая приводит к повышенному сопротивлению движения поезда в тоннеле. Обнаружены закономерности в изменении динамики давления на поверхности головного обтекателя при въезде поезда в тоннель.

Установлен факт негативного влияния зон повышенного и пониженного давления, а также их резкий перепад на локомотивную бригаду и пассажиров.

Источник: <https://www.bricstransport.ru>, 14.09.2023.

Обнаружение неисправностей в системе тягового электроснабжения

И. И. Плотников

Рассмотрены вопросы применения систем сигнал-пилот, на основе анализа резонанса гармоник позволяющих реализовать быстродействующий механизм определения типа неисправности и ее позиционирования на контактной сети фидерной зоны. Показано, что представленный метод позволяет увеличить быстродействие имеющихся систем, не внося больших изменений в действующие схемы защиты.

Источник: Железнодорожный транспорт. – 2023. - № 8. – С. 45-47.

Введение показателей энергоэффективности грузовых вагонов - резерв энергосбережения на железнодорожном транспорте

Ю. П. Бороненко, А. А. Комайданов

Проанализированы пути повышения энергоэффективности железнодорожного транспорта. Показано, что основные затраты топливно-энергетических ресурсов идут на преодоление основного сопротивления движению вагонов, но снижению этого сопротивления движению для грузовых вагонов не уделяется должного внимания. Предложено ввести показатель энергоэффективности грузового вагона как удельный расход энергии на выполнение перевозочной работы в 104 т км нетто.

Подчеркнуто, что данный показатель следует определять при постановке новых вагонов на производство расчетно-экспериментальным способом. Приведены примеры расчета показателя энергоэффективности для полувагонов разных лет выпуска.

Источник: Железнодорожный транспорт. – 2023. – № 6. – С. 34-38.

О предрейсовом контроле локомотивов с использованием интеллектуального анализа данных

М. В. Федотов, Ю. В. Бабков, В. В. Грачев

Показано, насколько важно иметь информацию о реальном техническом состоянии всех узлов и систем, отвечающих за живучесть локомотива. Дан прогноз дальнейшего изменения этого состояния в межремонтный период, чтобы не допустить отказов или нарушений безопасности движения на линии. Доказано, что обеспечить такой объективный контроль оборудования локомотива можно только с использованием бортовых систем диагностики и методов интеллектуального анализа данных.

Источник: Железнодорожный транспорт. – 2023. – № 6. – С. 25-29.

Исследование поперечной устойчивости высокоскоростного подвижного состава при выходе из тоннеля

Д. Д. Каримов, А. А. Воробьев, А. С. Ватаев, Я. С. Ватулин, К. А. Сотников

Цель: Рассмотрено численное моделирование аэродинамического взаимодействия движущегося высокоскоростного состава с ветровой нагрузкой, приложенной к боковой поверхности корпусных элементов поезда, в процессе выхода его из тоннеля на открытое пространство. Оценена устойчивость подвижного состава по критерию минимального давления весовой нагрузки на колесо. **Методы:** CFD-моделирование позволяет значительно расширить объем информации о взаимодействии подвижного состава с набегающим воздушным потоком в различных условиях окружающей среды.

Результаты: При численном моделировании получены значения давлений на поверхности корпусных элементов состава в зонах избыточного давления и зонах разряжения. Кроме того, определены площади приложения этих нагрузок на поверхности вагона.

Практическая значимость: Установлено, что в случае превышения скорости воздушных масс на 20% выше максимально зафиксированных на местности северо-восточного плоскогорья правобережья г. Ангрена в преобладающем направлении ветра возможно недопустимое снижение весовой нагрузки на передней тележке на левом колесе.

Источник: <http://brni.info>, 21.09.2023.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА

О совершенствовании эксплуатационной работы пассажирских и технических станций

О. Д. Покровская, П. К. Паршин

Рассматривается комплекс мероприятий, направленных на совершенствование эксплуатационной работы пассажирских и технических станций, в частности, на оптимизацию маневровой работы. Показано, что технология организации маневровой работы по неиспользованным маршрутам позволит сэкономить продолжительность использования локомотивов и труда составителей поездов.

Предлагается для ситуационной визуализации процессов использовать информационные доски для лиц, распоряжающихся маневрами.

Источник: Транспорт: наука, техника, управление. – 2023. - № 8. – С. 26-33.

Выгрузка вязких нефтепродуктов из цистерн при низких температурах воздуха

В. И. Моисеев, Т. А. Комарова, А. В. Жебанов

Материал статьи посвящен организации перевозок вязких и застывающих нефтегрузов на транспортной сети Российской Федерации при низких температурах воздуха. Для перевозки рассматриваются грузы: гудроны и нефтебитумы, крекинг-остатки, тяжелые нефтяные масла, котельные и флотские мазуты и др. Описываемая технология действует по принципиальной схеме образования первичных каналов в загустевшей массе нефтепродукта с применением как пароразогревающей системы, так и электроразогревающей системы, оборудованными линейными нагревательными элементами.

Технология гарантирует быстрый размыв затвердевшей фракции, проводимый практически одновременно с выгрузкой. Ключевыми результатами этого способа являются снижение затрат времени и тепловой энергии при сливе застывающих нефтегрузов, повышение устойчивости движения транспорта.

Источник: Актуальные проблемы современного транспорта / СамГУПС. – 2023. - № 2(12). – С. 41-50.

**Методологические аспекты организации грузоперевозок
железнодорожным транспортом в проектах развития восточного
полигона с учетом рисков инфраструктурных ограничений**

Н. А. Журавлева, В. В. Уманец

Цель: Разработка методологии организации грузовых перевозок в проекте комплексной модернизации БАМа и Транссиба (Восточный полигон). Методы: Исследование построено на основе оперативных данных грузового движения на железнодорожной инфраструктуре Восточного полигона ОАО «РЖД», их систематизации и анализе. Использован метод углубленной аналитики структурированных данных зависимости показателей эффективности проектируемой железнодорожной инфраструктуры и пропуска прогнозных объемов грузов с учетом порожних вагонов.

Результаты: Актуализирована методология регулирования организации грузовых железнодорожных перевозок. Классифицированы ключевые проблемы, риски и ограничения грузовых перевозок в проекте развития Восточного полигона. Приведены результаты статистической обработки и интеллектуального анализа данных, уточняющих параметры прогнозной модели роста объемов грузов и увеличения пропускной способности Восточного полигона. Разработан алгоритм анализа грузовых железнодорожных перевозок в проектах развития Восточного полигона с учетом рисков инфраструктурных ограничений.

Практическая значимость: Дана оценка степени влияния рисков инфраструктурных ограничений на эффективность организации грузового движения в проекте развития железнодорожной инфраструктуры.

Источник: <http://brni.info>, 21.09.2023.

Применение машинного обучения для анализа технических характеристик и параметров эксплуатируемого подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях

А. Н. Сычугов

Статья посвящена исследованию возможности применения машинного обучения для анализа технических характеристик и параметров подвижного состава на примере электропоездов, эксплуатирующихся на высокоскоростных железнодорожных магистралях. Методы: Метод k-средних (k-means) - один из наиболее популярных алгоритмов машинного обучения для кластеризации, который позволяет разбить набор данных на k схожих групп или кластеров. Алгоритм основан на поиске центроидов (средних значений) каждого кластера и присваивании объектов к тому кластеру, который имеет наиболее близкий центроид. В зависимости от выбора начальных значений центроидов и параметров алгоритма, разбиение данных на кластеры может быть разным. Алгоритм k-средних является относительно простым в реализации и эффективным алгоритмом кластеризации, который может быть использован в качестве первоначальной оценки для более сложных алгоритмов кластеризации; метод линейной регрессии - это статистический алгоритм, используемый для определения связи между двумя непрерывными переменными. Алгоритм использует линейную функцию, которая описывает связь между зависимой переменной и одной или несколькими независимыми переменными.

Практическая значимость: Показаны методы применения машинного обучения для анализа технических характеристик и параметров эксплуатируемого подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях. Методы позволят обосновать и спрогнозировать необходимые характеристики при разработке технических требований для высокоскоростного транспорта в России. С помощью применения машинного обучения можно повысить точность расчета технико-экономических моделей высокоскоростных магистралей, а в дальнейшем сократить затраты на эксплуатацию подвижного состава.

Источник: <http://brni.info>, 21.09.2023.

Организация технологичных сквозных перевозок при формировании интеллектуальных транспортных систем

В. Д. Иванов, Л. М. Божко

Статья посвящена поиску возможностей внедрения электронных элементов в систему функционирования сквозных перевозок для повышения ее эффективности. Новые методы организации сквозных перевозок связаны с внедрением информационных технологий в этой сфере, однако формирование информационных систем должно способствовать эффективности функционирования транспортных систем. Описана процедура подачи электронной транзитной декларации. Показано, что организация сквозных перевозок с возможностью подачи электронной транзитной декларации повышает уровень технологичности транспортной системы.

Источник: <http://itt-pgups.ru>, 21.09.2023.

Проектирование мультипроцессорного автоматизированного рабочего места для управляющей аппаратуры вагонных замедлителей ВУПЗ-15э

А .А. Блюдов, Е. А. Волков, А. Ю. Идуков

Описан процесс и представлены результаты разработки программы для удаленного контроля и настройки воздухозаборника тормозной позиции ВУПЗ-15Э на станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский. Главная задача разработки заключается в обеспечении возможности получения и обработки диагностической информации от тормозной позиции с использованием канала RS-485, а также предоставлении этой информации сотрудникам бригады автоматического регулирования скорости.

Источник: <http://itt-pgups.ru>, 21.09.2023.