

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

(аннотированный библиографический список литературы)

Железнодорожные перевозки долгое время были основой путешествий и доставки грузов во всем мире. Сегодня для решения проблем растущих перевозок, обновления и модернизации подвижного состава, проектирования объектов железнодорожного транспорта необходимо применять информационные технологии для конкурентоспособности транспортной отрасли и удовлетворения спроса на железнодорожные услуги.

В аннотированном библиографическом списке представлены статьи из периодических изданий, в которых обосновывается необходимость использования цифрового моделирования на всех этапах жизненного цикла устройств железнодорожной инфраструктуры, подвижного состава, при проектировании СЦБ, управлении пассажиропотоком и путевом хозяйстве. Предложены основные технические решения для полного перехода железнодорожного транспорта на “цифровую платформу”.

1. Буякова Н.В. Моделирование электромагнитных полей трехфазной системы тягового электроснабжения // Н.В. Буякова, А.В. Крюков, Д.А. Середкин, И.А. Фесак // Известия Транссиба. – 2022. - №1. – С. 83-94.

Цель представленных в статье исследований состояла в разработке компьютерных моделей для определения электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых трехфазными системами тягового электроснабжения (СТЭ) напряжением 25 кВ. Для реализации сформулированной цели использовались методы моделирования режимов и ЭМП, отличительная особенность которых состоит в применении фазных координат; при этом модели элементов СТЭ формируются на базе решетчатых схем замещения.

2. Виноградова Ю.Ю. Вероятностное моделирование пассажиропотоков при проведении крупных спортивных соревнований / Ю.Ю. Виноградова, Ю.И. Палагин, И.Ю. Пиликина // Транспорт: наука, техника, управление / Научный информационный сборник ВИНТИ. – 2018. - №6. – С. 38-41

Предлагаются методика, модели и программный продукт, позволяющий оценивать характеристики пассажиропотоков болельщиков, пребывающих в страну проведения крупных спортивных соревнований. Для планирования перевозок и обеспечения безопасного проживания необходимо располагать данными об ожидаемых значениях пассажиропотоков, возникающих в связи с наплывом большого количества болельщиков.

3. Воронина Е.В. Моделирование режимов компактных линий электропередачи, питающих тяговые подстанции / Е.В. Воронина, А.В. Крюков, А.Д. Степанов, И.А. Фесак // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2022. – №2. – С. 151-162

В статье описаны результаты компьютерного моделирования, проведенного для типовой системы электроснабжения железной дороги, тяговые подстанции которой подключались к сетям 220 кВ, выполненным компактными воздушными линиями электропередачи. Цель исследования состояла в определении количественных показателей, характеризующих качество электроэнергии и энергетическую эффективность. Моделирование осуществлялось в фазных координатах на основе методов и алгоритмов, разработанных в Иркутском государственном университете путей сообщения и реализованных в программном комплексе Fazonord...

4. Головнич А.К. Концептуальные основы разработки трехмерных компьютерных моделей железнодорожных станций: [монография] / А.К. Головнич; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. - Гомель: БелГУТ, 2019. - 199с.

Приведены результаты исследований по проблемам разработки компьютерных систем моделирования работы железнодорожных станций в трехмерном представлении объектов инфраструктуры и подвижного состава. Станционные технологические операции моделируются как следствия физических процессов

5. Гордон М.А. Технологии информационного моделирования при проектировании СЦБ / М.А. Гордон, Е.В. Демидов // Автоматика, связь, информатика. – 2021 - №9. – С. 18-20

В статье представлены основные задачи применения технологии информационного моделирования (Тим). для реализации информационной модели использовались программные комплексы Revit 2021 и Civil 3d 2021. описывается создание семейств Revit, добавления атрибутов из файла общих параметров и установка объектов на основе семейств в модели. рассмотрено проектирование кабельных сетей в Civil 3d и недостатки программного комплекса. предлагаются новые инструменты проектирования кабеля в Revit с помощью платформы визуального программирования Dynamo.

6. Дмитриев В.Н. Разработка систем информационного моделирования для управления объектами инфраструктуры железнодорожного транспорта на протяжении жизненного цикла / В.Н. Дмитриев, О.В. Дружинина, А.А. Локтев, Т.Н. Шеронова // Транспорт: наука, техника, управление /Научный информационный сборник ВИНТИ . – 2020. - № 10. – С. 20-26

Рассмотрены проблемы, связанные с разработкой и применением систем информационного моделирования для управления объектами инфраструктуры железнодорожного транспорта. Сформулированы задачи информационного моделирования на стадии эксплуатации железнодорожных объектов транспортной инфраструктуры. Предложено использования понятия «эксплуатационная информационная модель» (ЭИМ) для моделирования железнодорожных объектов транспортной инфраструктуры. Предложена детализация ЭИМ для задач технического обслуживания и планирования различных видов ремонта объектов инфраструктуры.

7. Дружинина О.В. Анализ данных и нейросетевое моделирование в диагностике технического состояния железнодорожного пути / О.В. Дружинина, М.А. Людаговская // Транспорт: наука, техника, управление / Научный информационный сборник ВИНТИ – 2022. - № 6. – С. 19-25

Рассмотрены вопросы анализа данных и нейросетевого моделирования в диагностике технического состояния железнодорожного пути. Охарактеризованы особенности современных компьютеризированных технических средств диагностики железнодорожного пути с учетом ключевых аспектов мониторинга объектов путевого хозяйства. Предложен алгоритм синтеза эталонной нейросетевой диагностической модели для оценки состояния железнодорожного пути. Описаны перспективы применения средств программной реализации интеллектуальных алгоритмов.

8. Елизарьев А.Н. Современные технологии защиты объектов транспортной инфраструктуры на основе моделирования опасных объектов / А.Н. Елизарьев, Р.Г. Ахмятов, С.Г. Аксенов, Дм. А. Тараканов // Безопасность жизнедеятельности – 2018. - №10. – С. 23-28

Поставлен вопрос о необходимости совершенствования методов защиты объектов транспортной инфраструктуры с использованием современных технологий, в том числе на основе 3D-моделирования возможных вариантов развития аварийных ситуаций. Рассмотрены разработанные на основе результатов моделирования научно обоснованные превентивные мероприятия с учетом высокой протяженности железных дорог, пересечения с другими объектами транспортной инфраструктуры и непосредственной близости от населенных пунктов и зон проявления опасных природных процессов.

9. Ермаков В.М. Динамическое моделирование взаимодействия стрелочного перевода с подвижным составом / В.М. Ермаков, М.А. Егоров // Железнодорожный транспорт. – 2016. - №8. – С. 64-66

Рассмотрено влияние вертикальной жесткости и неровностей на поверхности катания на величины вертикальных сил в пределах стрелочных переводов. Моделировались варианты взаимодействия стрелочного перевода с подвижным составом в горизонтальной плоскости в поперстном и противоперстном направлениях с оценкой влияния типов креплений, отступлений в плане, смазки рельсов на значения углов набегания, поперечных сил и упругих отжатий рельсовых нитей.

10. Ерофеев А.А. Технологии искусственного интеллекта при решении эксплуатационных задач в системе сменно-суточного планирования грузовой работы железнодорожного транспорта // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: Междунар. Сб. научных трудов. Вып. 4 / Под общ. ред. А.К. Головнича. – Гомель: БелГУТ, 2022. – С. 102-108

Рассмотрен опыт внедрения на Белорусской железной дороге автоматизированной системы сменно-суточного планирования грузовой работы. Сформулирована проблематика применения технологии искусственного интеллекта при решении эксплуатационных задач. Определена структура априорной модели ССП и структура базы знаний системы.

11. Ерофеев А.А. Применение предметно-ориентированной ГИС для решения задач оперативного управления перевозочным процессом на Белорусской железной дороге / А.А. Ерофеев, В.Г. Кузнецов, В.Г. Козлов, Г.В. Глевицкий // Вестник Белорусского государственного ун-та транспорта: Наука и транспорт. – 2018. - №2 (37). – С. 50-56

Информационно-аналитические модели оперативного управления перевозочным процессом являются основой принятия управленческих решений диспетчерским персоналом и технологами железной дороги. Для повышения качества использования моделей в оперативной деятельности необходимо развивать базу данных об объектах управления на основе использования геоинформационных систем (ГИС) и необходимых для этого ГИС-технологий. Представлены процессно-объектные модели реализации перевозочного процесса на объектах инфраструктуры и управления перемещением транспортных средств. Определены требования и условия использования ГИС-технологий при решении задач перевозочного процесса.

12. Ефанов Д.В. Концепция цифрового моделирования на железнодорожном транспорте / Д.В. Ефанов, А.С. Шиленко, В.В. Хорошев // Транспорт Российской Федерации. – 2019. - №3(82). – С. 34-38

Описаны преимущества использования цифрового моделирования на всех этапах жизненного цикла устройств железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава. Разработана концептуальная модель взаимодействия объектов железнодорожного транспорта с использованием технологий цифрового моделирования. Отмечены преимущества использования нового подхода. Предложены основные технические решения для полного перехода железнодорожного транспорта на “цифровую платформу”.

13. Ефанов Д.В. Технологии цифрового моделирования в железнодорожной отрасли / Д.В. Ефанов, А.С. Шиленко // Автоматика, связь, информатика. – 2020. - №2. – С. 34-38

Обосновывается необходимость комплексного развития цифровых технологий при совершенствовании железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава. Для этих целей на всех этапах жизненного цикла объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава предложено использовать технологии цифрового моделирования (BIM-технологии)

14. Ефремов А.Ю. Информационное моделирование транспортной инфраструктуры // Железные дороги мира. – 2014. – №7. – С. 53

Компания Autodesk, известная своими программными продуктами в области автоматизированного проектирования, провела в Москве 3 июня 2014 г. первую специализированную конференцию «BIM Конгресс: транспортная инфраструктура», на которой были представлены технология информационного моделирования BIM и опыт ее использования при проектировании объектов транспортной инфраструктуры, в том числе железных дорог и метрополитенов.

15. Железнов М. Концепция информационного моделирования объектов железнодорожной инфраструктуры на этапах жизненного цикла / М. Железнов, Л. Адамцевич, А. Рыбакова // Информационные ресурсы России. – 2022. - №4. – С. 12-23

Целью данной работы является формирование концепции использования технологий информационного моделирования для объектов железнодорожной инфраструктуры на всех этапах жизненного цикла. В статье изложены основные особенности объектов железнодорожной инфраструктуры, специфика работы на основе информационного моделирования на протяжении всего жизненного цикла, а также выполнен анализ функциональных возможностей информационного моделирования.

16. Зяблов А.В. Моделирование и оптимизация системы ремонта вагонов / А.В. Зяблов, С.В. Беспалько, П.С. Григорьев, Ю.А. Кузнецова // Железнодорожный транспорт. – 2021. - №2. – С. 64-66

Работа направлена на оптимизацию структуры и периодичности ремонтов в системе технического обслуживания и ремонта вагонов. Разработаны информационные модели оптимизации на основе методов рекурсивного перебора; покоординатного спуска и градиентного спуска. Выполнены расчеты тестовых вариантов жизненного цикла вагона и проанализированы различные методы оптимизации с точки зрения их эффективности: затрат машинного времени, требуемой величины шага изменения переменных, универсальности.

17. Ивницкий В.А. Моделирование информационных систем железнодорожного транспорта: учеб. пособие для вузов / В.А. Ивницкий. - Москва : УМЦ по образ. на ж.д. тр-те, 2015. - 276,[1] с.

Раскрыты основные теоретические аспекты моделирования информационных систем железнодорожного транспорта. Показано практическое применение изложенного теоретического материала на примере разработки информационной модели функционирования двухпутного железнодорожного участка для определения минимального расчетного интервала. Рассмотрены информационные модели и методы.

18. Козлов В.Г. Моделирование пропуска и расчет параметров корреспонденций вагонопотоков на объектах инфраструктуры транспортной железнодорожной сети // Вестник Белорусского государственного ун-та транспорта: Наука и транспорт. – 2020. - №2 (41). – С. 76-79

Одной из основных задач управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте является организация вагонопотоков в поезда различной категории и пропуск их по направлениям железнодорожной сети. Для повышения эффективности перевозочного процесса за счет улучшения системы прогнозирования и планирования перевозок грузов, а также повышения точности и достоверности определения оптимального плана формирования поездов разработана технология моделирования пропуска и расчета параметров корреспонденций вагонопотоков на объектах инфраструктуры транспортной железнодорожной сети.

19. Компьютерное моделирование в железнодорожном транспорте: динамика, прочность, износ: Тезисы докладов 5-го науч.-техн. семинара (4-6 окт., 2022, Брянск) /Под ред. Д.Ю. Погорелова. – Брянск: БГТУ, 2022. – 130 с.

Специалистами профильных организаций и предприятий представлены подходы к решению актуальных задач железнодорожного транспорта с использованием современных средств компьютерного моделирования динамики систем тел. Разработчиками программного комплекса «Универсальный механизм» представлены новые возможности и инструменты компьютерного моделирования динамики железнодорожных экипажей на различных этапах проектирования и эксплуатации.

20. Королёв В.В. Информационное моделирование стрелочных переводов // Путь и путевое хозяйство. – 2022. - №8. – С. 37-39

В статье проанализированы новые возможности применения информационного моделирования на примере стрелочных переводов. Дано новое определение информационного моделирования стрелочных переводов для цифровизации железной дороги. Сформулированы возможности применения информационного моделирования для конструирования новых стрелочных переводов.

21. Короткевич И.В. Моделирование работы железнодорожной станции по адекватному функционалу цифрового двойника / И.В. Короткевич, Ю.С. Смагин // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: Междунар. Сб. научных трудов. Вып. 3 / Под общ. ред. А.К. Головнича. – Гомель: БелГУТ, 2021. – С. 140-146

Рассматривается возможность эффективного применения цифровой модели крупного железнодорожного промышленного узла для повышения качества организации маневровой работы. Информационный двойник станции использует актуальные данные положения подвижного состава, обеспечиваемые RFID-технологией SOFIS с сигнальными реперными точками на фиксированных позициях станционных путей и бортовыми антеннами на маневровых локомотивах.

22. Кузнецов В.Г. Цифровая модель ГИС-технологий для решения задач оперативного управления перевозочным процессом. // Вестник Белорусского государственного ун-та транспорта: Наука и транспорт. – 2018. - №2 (37). – С. 66-70

Развитие информационных технологий, в том числе ГИС-технологий, определяет новые возможности их применения на железнодорожном транспорте, а также и новые требования к технологии обработки и анализа информации. Требуется создание новых интеллектуальных транспортных систем, позволяющих в результате обработки огромного массива информации формировать готовые решения. Для этого необходимо описание области знаний перевозочного процесса, через формализацию цифровых моделей объектов железнодорожного транспорта и определение их семантических и онтологических связей.

23. Куприяновский В. Некоторые анализ международного опыта использования BIM для объектов транспортной (железнодорожной) инфраструктуры / В. Куприяновский, А. Казаринов, В. Талапов // САПР и графика, - 2021. - №3. – С. 16-25; 2021. - №4. – С. 62-67

Статья посвящена мировому опыту применения технологии информационного моделирования к объектам капитального строительства транспортной (прежде всего железнодорожной) инфраструктуры

24. Лабутин Н.А. Разработка численной модели аэродинамического взаимодействия высокоскоростного поезда, воздушной среды и объектов инфраструктуры // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20, №4(101). – С. 6 – 16

В целях определения оптимального подхода к моделированию процессов аэродинамического взаимодействия движущегося высокоскоростного поезда и воздушной среды, а также оценки степени его достоверности, в программном комплексе ANSYS CFX была выполнена серия расчётов с применением различных подходов к построению расчётных моделей (метод скользящих сеток и метод погруженного тела). Анализ их результатов позволяет определить область рационального применения рассмотренных подходов при разработке расчётных моделей аэродинамического взаимодействия.

25. Моделирование взаимодействия токоприемника и контактной сети // Железные дороги мира. – 2021. - №10. – С. 60-67

В Научно-исследовательском институте железнодорожной техники Японии (RTRI) разработана трехмерная модель воздушной контактной подвески и токоприемника, воспроизводящая их поведение в динамике. Моделирование позволяет оценить качество токосъема, в том числе в кривых, и учесть влияние температурного расширения проводов на качество контакта.

26. Овчинников Д.В. 3D-моделирование напряженно-деформированного состояния элементов пути // Железнодорожный транспорт. – 2023. - №3. – С. 50-53

Показано, как в рамках проводимых ОАО «РЖД» комплексных исследований по оптимизации взаимодействия элементов системы колесо - рельс и снижению негативных явлений при взаимодействии пути и подвижного состава могут быть решены задачи по определению напряженно-деформированного состояния элементов верхнего строения пути, а также основной площадки земляного полотна, возникающего от воздействия колес подвижного состава при различной конфигурации пути и характере нагружения.

27. Павловский А.А. К концепции внедрения информационного моделирования в железнодорожном транспортном комплексе / А.А. Павловский, А.В. Озеров, А.П. Куртепова // Наука и технологии железных дорог. – 2022. – Т.6, № 3(23). – С. 20-31

В статье дано общее представление о технологии информационного моделирования (Building Information Modeling, BIM), достоинствах и недостатках технологии BIM. Представлен обзор современной нормативной базы и инициатив в области информационного моделирования. Особое внимание уделено описанию стандартов и национальных стратегий (дорожных карт) перехода на информационное моделирование железнодорожной инфраструктуры с применением технологии BIM, а также проектов Международного союза железных дорог (МСЖД) в области цифрового моделирования.

28. Прокопова М.В. BIM-проектирование объектов транспортной инфраструктуры / М.В. Прокопова, А.Ю. Прокопов // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство» (Транспорт-2018), Ростов-на-Дону, 2018. Т.2. технические науки; Рост. Гос. ун-т путей сообщ. – Ростов н/Д, 2018. – С. 323-327,492

Рассмотрена необходимость применения современных технологий информационного моделирования при строительстве объектов транспортной инфраструктуры, на примере участка железной дороги по территории Ростовской и Воронежской областей.

29. Пустоветов М.Ю. Моделирование двухконтурной системы подчиненного регулирования координат активного корректора коэффициента мощности вспомогательного электропривода электровоза // Вестник НИИЖТ. – 2022. – Т.81, №2. – С. 125-133

Цель исследования – обоснование структуры системы регулирования координат активного корректора коэффициента мощности, выбор типов регуляторов и расчет их параметров. В качестве метода исследования выбран расчет передаточных функций регуляторов системы подчиненного регулирования с последующим компьютерным моделированием процессов в электрических цепях с использованием системы автоматизированного проектирования OrCAD.

30. Сирина Н.Ф. Моделирование информационного обмена для случая возникших нештатных и чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / Н.Ф. Сирина, О.А. Сисина // Вестник УрГУПС. – 2020. - №2. – С. 58-68

Описаны принципы привлечения структурных подразделений к ликвидации в случае расширения масштабов чрезвычайных ситуаций. Разработана и представлена схема для моделирования процесса информационного обмена в виде многофазной системы массового обслуживания.

31. Суслов О.А. Перспективные подходы к прогнозному моделированию деградационных процессов элементов верхнего строения пути и их применение при создании цифровых двойников / О.А. Суслов, В.И. Федорова // Вестник ВНИИЖТ. – 2021. – Т.80, № 5. – С. 251-259

Цифровые двойники в настоящее время являются наиболее перспективным инструментом для решения задач управления технически насыщенными многоуровневыми активами, к которым относится железнодорожный транспорт. В статье представлены модели, которые могут быть приняты в качестве фундамента для построения цифровых двойников железнодорожного пути. Также приведены результаты верификации и апробации предложенных моделей в программном комплексе «Нейроэксперт-Путь».

32. Трегубчак П.В. Проектирование конструкции моноблочных крестовин для тяжелых условий эксплуатации // Вестник НИИЖТ. – 2023. - №2. – С. 146-156

Важным вопросом при проектировании крестовин является распределение напряжений с целью обеспечения равномерной жесткости и исключение возникновения опасных отказов изделия при обеспечении технологичности его производства. Для определения влияния места расположения силового элемента конструкции моноблочной крестовины на коэффициент запаса по усталостной прочности использовалось компьютерное моделирование с помощью системы конечно-элементного анализа ANSYS.

33. Федотов М.В. Оценка и прогноз изменения вязкости дизельного масла с использованием нейросетевых моделей / М.В. Федотов, Ю.И. Клименко, А.Л. Шарапов, В.В. Грачев, М.В. Кот, А.В. Юдин // Железнодорожный транспорт. – 2022. - №7. – С. 39-42

Рассказывается о разработанной диагностической модели для непрерывной оценки кинематической вязкости моторного масла в процессе эксплуатации тепловозного дизеля на основе искусственной нейронной сети прямого распространения. Отмечается, что обучение и валидация модели осуществлялись по данным, переданным на сервер АО «ВНИКТИ» системами АСК тепловозов и совмещенным с результатами периодических контрольных замеров вязкости при проведении регламентного технического обслуживания.

34. Фёдоров Е.А. Процессное моделирование разработки графика движения поездов // Вестник Белорусского государственного ун-та транспорта: Наука и транспорт. – 2015. - №2(31). – С. 70-72

Изложены принципы разработки графика движения поездов в условиях предоставления перевозчикам доступа к услугам инфраструктуры с использованием технологии процессного моделирования. Дана декомпозиция отдельных процессов разработки графика движения с использованием методологий IDEF0 и IDEF3. Приведен порядок оценки соответствия поездов перевозчиков техническим спецификациям объектов инфраструктуры.

35. Фёдоров Е.В. Компьютерное моделирование аэродинамических качеств высокоскоростного подвижного состава / Е.В. Фёдоров, К.Н. Яковлев // Инновационный транспорт. – 2017. - №3 (25). – С. 53-56

В статье рассмотрены особенности аэродинамических характеристик высокоскоростного подвижного состава, полученные методом компьютерного моделирования. Приведены виды аэродинамического сопротивления высокоскоростного электропоезда и особенности его расчета.

36. Числов О.Н. Нейро-нечеткое моделирование транспортно-логистических процессов / О.Н. Числов, Н.Н. Лябах, М.В. Колесников, М.В. Бакалов, В.М. Задорожний // Транспорт: наука, техника, управление. – 2022. - №10. – С. 23-37

Обоснована актуальность использования нейро-нечеткого моделирования транспортно-логистических процессов, позволяющего интегрировать естественный интеллект человека и интеллект машины. Исследование осуществляется путем декомпозиции транспортно-логистической цепочки на отдельных хозяйствующих агентов с последующим синтезом. Поставленная задача управления транспортно-логистическими процессами комбинирует нечеткое моделирование, моделирование с помощью нейросетей.

Составила: ведущий библиотекарь Е.Е. Марченко