

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

*Selected abstracts of Ph.D. theses
submitted at Russian transport universities
and research organizations.
For the English text please see p. 252.*

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2020-18-248-254>

Афанасьев В. С. Комплексная экспериментальная оценка динамических параметров пролётных строений балочных мостов / Автореф. дис... канд. техн. наук. — М.: РУТ, 2020. — 25 с.

Основной целью работы являлось совершенствование системы оценки динамических параметров пролётных строений балочных мостов в период эксплуатации для перехода от плановых мероприятий по содержанию к мероприятиям на основе фактического состояния сооружения в рамках внедрения «промышленного интернета вещей». Решён ряд задач. Обосновано применение метода вибрационного контроля пролётных строений балочных мостов для определения технического состояния сооружения. Разработана последовательность расчётов, предшествующих динамическим испытаниям пролётных строений балочных мостов. Реализован операционный модальный анализ при натурных испытаниях пролётных строений балочных мостов. Разработана методика определения грузоподъёмности пролётных строений балочных мостов по данным об их динамических параметрах. Рассмотрены методы учёта влияния температурных изменений пролётного строения моста на его динамические параметры.

Основной научный результат работы заключается в совершенствовании системы оценки технического состояния мостов и создании предпосылок внедрения «промышленного интернета вещей» в сферу мостовой инфраструктуры. Научная новизна наиболее существенных результатов заключается в следующем: разработаны статистические модели регрессионного анализа для определения корреляционной зависимости между грузоподъёмностью и динамическими параметрами пролётных строений балочных мостов; впервые использованы математические методы статистики и машинного обучения для

учёта влияния температурных изменений на результаты оценки динамических параметров пролётных строений мостов.

Предложена методика прогнозирования грузоподъёмности пролётных строений однотипных балочных мостов по данным об их динамических параметрах, разработана программа для ЭВМ при подготовке к динамическим испытаниям балочных мостов с целью определения оптимального времени измерения колебаний, учтено влияние температурных изменений пролётного строения моста на его динамические параметры.

05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей. Работа выполнена в Российском университете транспорта.

Горюнов И. О. Особенности выбора параметров тяговых электрических машин с учётом подобия электромагнитных процессов / Автореф. дис... канд. техн. наук. — М.: РУТ, 2020. — 24 с.

На сегодняшний день предпочтительно пользоваться численными методами расчёта магнитных полей. В настоящее время имеет место широкое применение компьютеров, что позволяет провести с высокой точностью расчёты магнитного поля электрических машин. Однако методы, основанные на применении законов Кирхгоффа, не в полной мере позволяют решить поставленную задачу. При анализе физических процессов широко применяются методы теории подобия. Применительно к магнитным процессам в электрических машинах методы теории подобия применяются незначительно. Поэтому совершенствование методов расчёта и анализа магнитного поля в электрических машинах с применением методов теории подобия представляет собой актуальную задачу.

Подобие магнитных процессов в коллекторных тяговых электрических машинах можно характеризовать на основании n -теоремы. В качестве безразмерных комплексов целесообразно использовать следующие соотношения:

- соотношение между МДС якоря и главных полюсов;
- соотношение между МДС якоря и дополнительных полюсов;

- соотношение между МДС главных и дополнительных полюсов.

Потери энергии от перемагничивания стали составляют одну из важных составляющих общих потерь энергии при электромеханическом преобразовании энергии. С помощью математического моделирования были подтверждены данные о том, что наибольшие потери в стали якоря электродвигателя находятся на дне паза. Итоговым критерием, характеризующим эффективность преобразования энергии электрическими машинами постоянного и пульсирующего тока и в том числе тяговыми коллекторными электродвигателями, является соотношение между потерями энергии при перемагничивании в стали якоря и потребляемой энергией (полными потерями).

Решение критериальной задачи позволило определить коэффициенты для расчёта главных размеров ТЭД, определить зависимости между главными размерами с учётом площади паза якоря.

Специальность 05.09.01 — Электромеханика и электрические аппараты. Работа выполнена в Российском университете транспорта.

Некрасов Г. И. Повышение эффективности системы охлаждения тепловозного дизеля с использованием индивидуального привода водяных насосов / Автореф. дис... канд. техн. наук. — М.: РУТ, 2020. — 24 с.

После проведения патентно-информационного поиска установлены приоритетные направления развития элементов системы охлаждения и сформулированы технические требования, предъявляемые к системе с индивидуальным приводом водяных насосов.

Разработана математическая модель оценки распределения температур и скоростей теплоносителя по фронту радиаторов для расчёта минимальной производительности водяного насоса, обеспечивающая работу её без переохлаждения и перегрева теплоносителя при любых значениях из расчётного диапазона температур окружающей среды. Результаты моделирования подтверждены результатами сравнительных испытаний, погрешность моделирования составила 3 %.

Построены алгоритмы управления системой охлаждения, позволяющие поддерживать рекомендованную температуру тепло-

носителей холодного и горячего контуров при минимальном энергопотреблении на привод системы охлаждения.

Разработаны алгоритмы системы управления индивидуальными приводами водяных насосов тепловоза для холодного и горячего контуров, позволяющие по сравнению с серийной системой:

- обеспечивать циркуляцию теплоносителя после остановки дизеля;
- увеличивать время простоя локомотива с остановленным дизельным двигателем без переохлаждения теплоносителя во всём расчётном диапазоне значений температуры окружающей среды;
- минимизировать отбор мощности на привод системы охлаждения тепловозного дизеля.

Разработанная математическая модель системы охлаждения тепловозного дизеля в эксплуатации показала, что применение индивидуального привода водяных насосов позволяет уменьшить суммарный расход топлива, затрачиваемый на привод системы охлаждения на 22,4 % за счёт уменьшения времени работы вентиляторов холодильной камеры, и приводит к уменьшению эксплуатационного расхода дизельного топлива на 2,5 %.

Специальность 05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Работа выполнена в Российском университете транспорта.

Обухов Ю. В. Имитационные модели, алгоритмы и программы для анализа безопасности полётов в системе управления воздушным движением / Автореф. дис... канд. техн. наук. — М.: ГосНИИАС, 2020. — 22 с.

В связи с постоянно возрастающей интенсивностью воздушного движения (ВД) в нашей стране в течение нескольких лет проводится модернизация системы управления воздушным движением (СУВД). Безопасность полётов (БП) является приоритетом развития гражданской авиации. Поэтому изменения в СУВД требуют тщательного анализа с целью определения того, что они не приводят к недопустимому изменению уровня БП.

Цель исследования заключалась в разработке имитационных моделей, алгоритмов и программ, предназначенных для анализа



безопасности полётов в системе управления воздушным движением.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе были решены следующие задачи: анализ существующих методов и моделей оценки БП; разработка методов и алгоритмов анализа БП с применением имитационного моделирования; разработка имитационной модели управляемого ВД, основанной на подробном моделировании операций диспетчеров по управлению ВД, обнаружению и разрешению конфликтов; разработка программного средства (ПС), предназначенного для анализа БП в системах управления воздушным движением.

Были разработаны:

- метод анализа БП в СУВД с использованием имитационного моделирования (ИМ);
- алгоритм формирования случайных исследовательских потоков ВД на основе реальных фактических планов полёта для проведения статистического ИМ;
- алгоритм получения статистических данных посредством сохранения состояния системы в определённые моменты и возврата к сохранённым состояниям;
- имитационная модель, подробно моделирующая операции по управлению ВД, позволяющая анализировать БП с учётом совокупности детерминированных и случайных факторов, влияющих на БП;
- структура и состав программного средства, предназначенного для анализа БП в секторе ОВД.

Разработанные модели и алгоритмы явились основой для практической реализации программного средства (ПС), предназначенного для анализа БП в СУВД.

На основе полученных в работе результатов были проведены исследования по оценке БП при организации Санкт-Петербургского укрупнённого центра ОВД. Также были проведены исследования по оценке БП для перспективной структуры воздушного пространства (ВП) Московского районного диспетчерского центра. Результаты исследований были учтены при принятии решения о внедрении перспективной структуры ВП в эксплуатацию.

Специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Работа выполнена в Государ-

ственном научно-исследовательском институте авиационных систем. Защита состоялась в Московском авиационном институте (национальный исследовательский университет).

Полиев А. В. Разработка алгоритмов для распознавания команд речевого интерфейса кабины пилота / Автореф. дис... канд. техн. наук. — М.: МФТИ, 2020. — 23 с.

Разработан автоматический алгоритм разбиения слов на однородные части, в основе которого нахождение положения границ частей производится с помощью многопараметрической оптимизации. Сформулированы критерии, реализующие принцип максимизации меры сходства фонетического материала внутри части и меры различия между соседними частями. Для численного решения задачи с высоким быстродействием предложены алгоритмы, основанные на методе динамического программирования.

Разработан алгоритм улучшения качества эталона, основанный на выделении и оптимизации главных компонент. Эталон, полученный с помощью оптимизации коэффициентов при главных компонентах, показал значительно меньшее число ошибок при распознавании большинства записей.

Изучены способы и разработаны алгоритмы сжатия информации о параметрическом портрете с помощью применения полиномов Чебышёва. Эксперименты показали, что сжатие может происходить как отдельно по частотам и по времени, так и по обоим измерениям одновременно. В последнем случае можно сократить место для хранения параметрического портрета в 5–10 раз практически без ухудшения качества распознавания.

Разработаны алгоритмы на основе формулы Байеса и метода комитетов, позволяющие заметно уменьшить количество ошибок распознавания при использовании нескольких эталонов. Работоспособность обоих разработанных алгоритмов подтверждается результатами тестирования. При использовании 7 эталонов, полученных по записям различных дикторов, достигается заметное снижение процента ошибок в 1,5–2 раза — средняя ошибка для алгоритма на основе формулы Байеса снизилась с 8,42 до 5,62 %, а для алгоритма на основе метода комитетов до 5,3 и до 3,13 % при использовании подстройки по времени.

Изучены и модифицированы алгоритмы распознавания речевых команд на основе искусственных нейронных сетей глубокого обучения.

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации. Работа выполнена в Московском физико-техническом институте (национальный исследовательский университет). Защита состоялась в Московском авиационном институте (национальный исследовательский университет).

Протопопов А. Л. Живучесть литых деталей подвижного состава с технологическими дефектами / Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: РУТ, 2020. – 24 с.

Выполненные расчётно-экспериментальные исследования подтверждают, что представляется возможным с приемлемой точностью идентифицировать спектр эксплуатационной нагруженности несущих элементов трёхэлементных тележек моделей типа 18–100 средствами виртуального моделирования. В частности, создана 3D-модель грузового вагона как механическая система абсолютно твёрдых тел и упругих боковых рам, динамическое поведение которых моделировалось методом динамической редукции Крейга–Бемптона.

Анализ НДС боковой рамы тележки грузового вагона показывает, что наиболее опасной зоной, с точки зрения зарождения и развития усталостной трещины, является угол буксового проёма (зона радиуса R55). Это подтверждается многочисленными примерами их разрушения в эксплуатации. Моделирование развития усталостной трещины до потери несущей способности рамы путём воспроизведения литейного технологического дефекта в зоне угла буксового проёма показывает её удовлетворительное соответствие двухстадийности протекания (поверхностная и сквозная). Это подтверждается исследованиями мест изломов, разрушившихся в эксплуатации боковин.

Достигнуто близкое совпадение расчётных результатов на разработанной модели развития трещины со случаями разрушения рам в эксплуатации.

Определено, что время прорастания внутреннего дефекта литья металла в углу буксового проёма рамы тележки до выхода его на

поверхность рамы в зависимости от глубины залегания (3–6 мм) и площади схематизации (25–120 мм) эллиптической трещиной находится в интервале от полугода до 40 лет.

Установлено, что период развития до разрушения (живучесть) рамы со сквозной трещиной составляет 2–5 % от общего времени накопления повреждений до разрушения.

Площадь усталостной трещины при хрупком изломе в зависимости от сезона эксплуатации может составлять от 20 до 50 процентов площади сечения рамы в этом месте (меньшее значение – в зимний период).

Для безопасной (с надёжностью 0,999) эксплуатации грузовых вагонов в межремонтный период предлагается установить минимальный допускаемый коэффициент запаса живучести $[n_{ж}]$ несущих литых элементов тележки равный 2,0. Применительно к действующей в настоящее время периодичности ремонтов грузового вагона (100–200 тыс. км пробега) этот показатель обеспечивается, если трещина глубиной до 2,6 мм и шириной до 5,6 мм.

Установлена зависимость величины запаса живучести $[n_{ж}]$ от значения площади поверхностного дефекта S . Исходя из этого, представляется возможным назначать периодичность осмотров боковых рам методами неразрушающего контроля с заданным уровнем запаса по условиям безопасности их эксплуатации в этот период.

Предложенная методика исследования эксплуатационного НДС боковой рамы тележки грузового вагона может быть применена на этапе проектирования новых конструкций трёхэлементных тележек моделей типа 18–100 для оценки с приемлемой точностью спектра эксплуатационной нагруженности их несущих элементов средствами виртуального моделирования.

Дальнейшие перспективы разработки темы могут быть связаны с вопросом уточнения развития поверхностных и внутренних дефектов в буксовом проёме боковой рамы грузового вагона не только по первой форме (отрыв) но и по второй (сдвиг) и третьей (срез) формам.

Специальность 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Работа выполнена в Российском университете транспорта.

