

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

*Текст на английском языке публикуется
во второй части данного выпуска.*

*The text in English is published
in the second part of the issue.*

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-5-17>

Гордон М. А. Методы и алгоритмы автоматизации синтеза взаимозависимостей положения стрелок и показаний светофоров в системах электрической централизации / Автореф. дис... канд. техн. наук. – СПб.: ПГУПС, 2021. – 16 с.

Основной целью диссертационного исследования является совершенствование методов и алгоритмов автоматизации синтеза взаимозависимостей положения стрелок и сигнальных показаний в маршрутах электрической централизации (ЭЦ).

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- предложена цифровая модель таблицы зависимости положения стрелок и сигнальных показаний светофоров в маршрутах (ТВЗ), позволяющая хранить всю информацию о зависимостях ЭЦ станции;
- разработаны методы автоматизированного синтеза ТВЗ по цифровой модели схематического плана, позволяющие сократить затраты на её создание в 10–12 раз;
- описаны особенности в зависимостях ЭЦ на станциях стыкования различного рода тягового тока и разработаны алгоритмы автоматизированного синтеза ТВЗ на такой станции;
- разработаны алгоритмы автоматизированного синтеза таблиц предварительных испытаний, индивидуальных испытаний «вхолостую», испытаний при комплексном опробовании, входящих в электронный журнал испытаний (ЭЖИ), используя шаблоны;
- спроектирована структурная схема цифровой модели функциональной провер-

ки проектов систем ЭЦ на базе универсального электронного формата технической документации.

В работе получены следующие основные результаты:

- установлено, что большого количества ошибок в проектах железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) можно избежать при развитии и внедрении эффективных систем автоматизированного проектирования и автоматизированной экспертизы проектных решений;

- установлено, что для информационной совместимости различных задач в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» необходима формализация представления проектной документации – создание универсального электронного формата технической документации (УЭФ ТД);

- предложена структура данных электронной ТВЗ в УЭФ ТД, представленная в виде пяти элементов. Определены состав и требования к алгоритмам автоматизированного синтеза ТВЗ;

- алгоритм автоматизированного синтеза таблицы маршрутов с использованием цифровой модели топологии станции в виде ориентированного графа, разработанный на основе метода поиска в глубину, позволил обеспечить корректность и полноту множества возможных маршрутов;

- с использованием метода поиска по шаблонам разработаны алгоритмы автоматизированного синтеза случаев дополнительного замыкания стрелок и негабаритных стрелочно-путевых участков и таблицы взаимозависимости показаний. При этом обеспечивается корректировка шаблонов на уровне исходных данных без изменения алгоритмов;

- отдельным типом станции является станция стыкования различного рода тока, особенности зависимостей системы ЭЦ которой ранее нигде не были описаны. На таких станциях ЭЦ дополнительно контролирует вид тока (постоянный или переменный) в контактной сети. Предложен метод формализации ТВЗ станций стыкования, основанный на формировании графа второго уровня элементов контактной сети;

- экспериментальные исследования показали, что использование предложенных методов и алгоритмов автоматизированного синтеза ТВЗ позволяет повысить производительность труда в 10–12 раз;



– проведение проверки технической документации требует вести ЭЖИ, который должен включать в себя необходимые для конкретной станции таблицы испытаний и может хранить в себе эталонные значения проверок. Данный журнал может также использоваться при проведении пусконаладочных работ. Предложенные алгоритмы синтеза таблиц ЭЖИ обосновывают полноту необходимых проверок для экспертизы тем, что они разработаны на базе типовых методик испытаний на конкретную систему ЭЦ, которые описывают необходимый и достаточный перечень испытаний;

– разработанная схема цифровой модели для функциональной проверки проектов систем ЭЦ на базе УЭФ ТД позволяет выполнить проверку технической документации проекта на соответствие нормативной документации и проверить работоспособность схемных решений.

05.22.08 – Управление процессами перевозок.

Работа выполнена и защищена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Жетесова Г. С. Системные механизмы взаимодействия при реализации стратегии качества ESM в условиях индустриально-инновационного развития Республики Казахстан / Автореф. дис... докт. техн. наук. – М.: МАИ, 2021. – 44 с.

В результате проведения диссертационных исследований решена научная проблема разработки системных механизмов реализации новой стратегии качества ESM, базирующейся на формировании сетевого распределения ответственности субъектов образования, науки и производства и имеющей важное хозяйственное значение для индустриально-инновационного развития Республики Казахстан.

Установлены комплексы показателей в рамках сформулированных базовых стратегий с учётом факторов межотраслевого влияния образования, науки и производства на основе перекрёстного анализа нормативных правовых актов, программ-

ных документов Республики Казахстан, заключений отечественных и зарубежных экспертов, обработки большого объёма статистических данных и выявленных приоритетных направлений развития.

Сформулирована ответственность за реализацию комплекса совместных мероприятий и уровни взаимного влияния субъектов треугольника ESM, выявлены структурные элементы процесса межсубъектного взаимодействия и персональный вклад субъектов для достижения поставленной цели, ориентированной на результат.

Разработана посубъектная методология реализации комплекса стратегических решений на основе качественного анализа рисков по уровням их влияния.

Разработана математическая модель, устанавливающая взаимосвязь между группами критериев оценки и показателями развития со следующими граничными условиями: показатели развития $D \in$ кластерам $Cl_1 \cup Cl_2 \cup Cl_3$, $\sum D = 1$, удельный вес $x \in D$, при этом $\sum x = 1$, при коэффициенте весомости принципа $P_i > 0,05$, $\sum P_i = 1$. Построена последовательность критериев с рассчитанным коэффициентом множественной ранговой корреляции согласованности мнений экспертов 0,82.

Разработан концепт стратегии качества ESM в соответствии с выявленными принципами:

- Непрерывное образование – направленное формирование компетенций будущих специалистов, связанное с устойчивым развитием научных исследований и производства;
- Коллективная ответственность субъектов научно-производственно-образовательного процесса – подготовка кадров, обладающих востребованными в различных секторах экономики компетенциями, креативным мышлением и предпринимательскими навыками;
- Перспективное планирование – последовательная оценка уровня потребности в инженерно-технических кадрах с учётом развития отраслей экономики;
- Развитие человеческого капитала – направленное, непрерывное и системное развитие научно-педагогических кадров в соответствии с требуемой для инновационной экономики структурой компетенций;

- Гарантированная востребованность – подготовка кадров, направленная на удовлетворение потребностей рынка труда;

- Корпоративное управление – реализация принципиально новой политики организаций образования в отношении разделения полномочий и определения совокупной ответственности всех участников образовательного процесса;

- Модернизация образовательно-производственной среды – целенаправленное приведение имеющихся учебных, научных лабораторий, информационных ресурсов организации образования в соответствие с основными потребностями производства.

Отличительной чертой концепта стратегии качества ESM является то, что её применение обеспечивает распределение ответственности между субъектами взаимодействия «Образование», «Наука», «Производство» за качество конечного результата – человеческий капитал.

Внедрена методология реализации комплекса стратегических решений в рамках стратегии качества ESM в 87 организациях образования Республики Казахстан, на 101 промышленном предприятии и научно-исследовательских институтах РК. Устойчивость внедрённой стратегии качества подтверждена экспертной оценкой. Результаты диссертационной работы имеют применение в учебном процессе при подготовке студентов, магистрантов и докторантов.

Разработанная модель является чувствительной к аспектам государственной политики, и в качестве рекомендаций по применению результатов диссертационных исследований предлагается её дальнейшее развитие и адаптация в странах ЕАЭС.

Перспективы дальнейшей разработки исследований состоят:

- в углублённом исследовании особенностей распределения ответственности при увеличении количества внешних факторов;

- в расширении области исследований по реализации возможных стратегий на основе сочетаний предлагаемых решений по шести и более линиям влияния внешних и внутренних факторов;

- в детальном исследовании процессов при обновлении и расширении межсубъектных взаимосвязей в условиях измене-

ния приоритетных направлений государственной политики Республики Казахстан;

- в исследовании гибкости и применимости модели качества ESM в условиях смещения акцентов на науку и производство;

- в исследовании возможности трансформации модели при увеличении субъектов взаимодействия и изменении её конфигурации.

05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции.

Работа выполнена и защищена в Московском авиационном институте (национальный исследовательский университет).

Малахов С. В. Оптимизация энергозатрат на тягу поездов на основе уточнённого метода тяговых расчётов / Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: РУТ, 2021. – 20 с.

Снижение энергозатрат на тягу поездов может быть достигнуто несколькими путями: развитие методов энергооптимального нормирования в случаях ручного ведения поезда, разработка и внедрение систем энергооптимального автоматического ведения поезда, повышение энергоэффективности тягового подвижного состава (ТПС), повышение энергоэффективности источников электроснабжения и др.

Первые два направления не требуют существенных капиталовложений и могут быть реализованы за счёт применения прикладной части теории тяги поездов – тяговых расчётов. Однако, методы выполнения тяговых расчётов до последнего времени не позволяли одновременно повысить точность, снизить время расчёта и сократить потребность в вычислительных ресурсах, что особенно важно для автоматического ведения поезда или для выполнения многих параллельных расчётов. Предлагаемый комплексный подход позволяет расширить возможности применения тяговых расчётов в системах, требующих решения оптимизационных задач при постоянно меняющихся условиях.

Таким образом, задача снижения энергозатрат на тягу поездов является актуальной и может быть решена за счёт совершенствования методологии тяговых расчё-



тов в части повышения точности при одновременном сокращении временных затрат на расчёт, что важно для применения в перспективных беспилотных системах управления поезда.

Целью диссертации является совершенствование метода тягового расчёта для получения энергооптимальных траекторий движения поезда и программная реализация предложенной методики.

Научная новизна:

а) разработан метод тягового расчёта с применением ИНС для модели поезда в виде дискретных тел и локомотива с дискретным управлением тягой;

б) предложена эффективная численная реализация метода оптимального тягового расчёта, основанного на принципе оптимальности Беллмана, отличающаяся тем, что находятся энергооптимальные траектории для всех возможных времён хода по участку, и адаптированного для обучения ИНС;

в) разработан программный комплекс для оперативного нормирования энергозатрат на тягу поездов с непрерывным обучением нейросети;

г) выбрана архитектура и определена специфика размещения нейросети в качестве оптимального регулятора движения поезда в изолированной программной среде для перспективных локомотивных микропроцессорных систем управления движением поезда.

Проведён анализ методов тяговых расчётов, в результате чего сделан вывод о целесообразности получения единственного лучшего вектора управления поездом. Поэтому сформулирована задача оптимального тягового расчёта с целью снижения энергозатрат и определён метод её решения.

Подобран современный математический аппарат, наиболее применимый для решения сформулированной оптимальной задачи.

Разработан алгоритм и на его основе ПО для выполнения оптимальных тяговых расчётов.

Проанализированы результаты тяговых расчётов, выполненных разработанным ПО, в части применимости для практических задач. Определены существенные ограничения разработанного ПО, которые

требуют применения поиска новых методов выполнения тяговых расчётов.

Разработан новый улучшенный метод выполнения оптимальных тяговых расчётов с повышенной точностью, с меньшими затратами времени и вычислительных ресурсов. Основное преимущество разработанного метода – уменьшение времени регулирования и снижение энергии по отношению к упрощённым моделям, снижение требований к аппаратному обеспечению как в условиях стационарного использования, так и в условиях работы на борту локомотива, а также непрерывное улучшение решений с помощью дообучения.

Проведён сравнительный анализ нового метода выполнения оптимальных тяговых расчётов с методом Беллмана в условиях стационарного использования. Полученные результаты показывают достижение поставленных целей разработки улучшенного метода тяговых расчётов.

Разработан механизм внедрения нового ПО оптимальных тяговых расчётов на основе метода ИНС в перспективные локомотивные системы управления движением поезда. Разработанный метод ИНС позволяет применять унифицированное аппаратное обеспечение для различных типов поездов, а значит органично вписаться в архитектуру перспективных бортовых устройств безопасности, управления и диагностики, что обеспечивает выполнение требований концепции цифровой железной дороги и способствует выполнению показателей долгосрочных планов развития дирекций ОАО «РЖД».

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Работа выполнена и защищена в Российском университете транспорта.

Морозов Е. Б. Исследование взаимодействия грунтового массива с экраном из разреженного ряда свай / Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: РУТ, 2021. – 24 с.

Цель диссертационной работы – разработка методики определения оптимальных

параметров конструкции защитного геотехнического экрана из разреженного ряда свай в зависимости от необходимой степени снижения дополнительной осадки рядом расположенного здания.

Одним из основных конструктивных решений ограждений котлованов в сложных инженерно-геологических условиях и высоком уровне стояния подземных вод является монолитная железобетонная «стена в грунте» траншейного типа, применение которой в теснённых условиях городского строительства осложняется существенным влиянием её устройства на окружающую застройку. По имеющимся данным, дополнительные осадки зданий окружающей застройки, вызванные устройством траншеи под «стену в грунте», могут достигать 80 % от общих дополнительных осадок, вызванных возведением нового объекта.

Возможным вариантом защитных мероприятий по снижению влияния устройства «стен в грунте» на осадки окружающей застройки является геотехнический экран из разреженного ряда свай, эффективность применения которого для этой цели показана выполненными в настоящей диссертации численными исследованиями, по данным которых осадки защищаемого здания за счёт устройства указанного экрана могут быть снижены на 30...75 %.

Проведёнными исследованиями установлено, что эффективность применения экрана из разреженного ряда свай, характеризующая коэффициентом эффективности $K_{\text{эф}}$, увеличивается с увеличением диаметра и длины свай и уменьшается с увеличением расстояния между ними, глубины траншеи и её расстояния от здания, а также с увеличением модуля деформации грунтового массива.

Факторным анализом, основанном на теории планирования эксперимента, определено, что наибольшей степенью влияния на эффективность применения геотехнического экрана из разреженного ряда свай для защиты зданий и сооружений окружающей застройки от развития дополнительных осадок, вызванных устройством траншеи под «стену в грунте», обладают глубина разрабатываемой траншеи, её расстояние относительно фундамента здания, диаметр и длина свай экрана, меньшее

влияние оказывают модуль деформации грунтового массива и относительное осевое расстояние между сваями. При расчёте геотехнического экрана все перечисленные факторы следует рассматривать, как значимые.

Показано, что применение защитного экрана из разреженного ряда свай наиболее эффективно при его устройстве до глубины, составляющей не более 1,2 глубины траншеи и его расположении ближе к ней. Эффективность применения экрана существенно выше в песчаных грунтах по сравнению с глинистыми.

Расчёты показали, что устройство свай экрана из буровых свай, выполненных с выемкой грунта, существенно снижает коэффициент эффективности его применения для защиты от развития дополнительных осадок зданий, расположенных в зоне влияния строительства. Более эффективен экран из металлических ввинчиваемых свай.

Установленные функциональные зависимости (уравнения регрессии) коэффициента эффективности применения геотехнического экрана от варьируемых факторов, представленные в виде номограмм для различных грунтовых условий и двух технологий изготовления свай, позволяют существенно упростить подбор основных размеров защитной свайной конструкции.

Разработана методика оптимизации конструктивных параметров геотехнического экрана из разреженного ряда свай, позволяющая подобрать такое их сочетание, при котором дополнительные осадки здания, вызванные разработкой «стен в грунте» траншейного типа, будут снижены до заданных величин при одновременном достижении наилучших технико-экономических показателей экрана по расходу материала.

Полученные с использованием классических решений механики грунтов аналитические решения, описывающие физический процесс взаимодействия элементов системы «траншея – грунтовый массив – геотехнический экран – фундамент здания», могут быть использованы для проверки результатов численных расчётов, а также для выполнения предварительных расчётов геотехнических экранов и дополнительных осадок фундаментов защищаемых ими зданий по упрощённым схемам.



Разработанный на основе проведённых аналитических исследований алгоритм расчёта позволяет, варьируя конструктивными параметрами защитного экрана, определить такое их сочетание, при котором дополнительные осадки здания, вызванные разработкой траншеи под «стену в грунте», будут снижены до заданных значений при минимальном расходе материалов на 1 п. м. его устройства.

05.23.02 – Основания и фундаменты, подземные сооружения.

Работа выполнена в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете, защищена в Российском университете транспорта.

Хромов И. Ю. Анализ влияния режимов эксплуатации на техническое состояние локомотивов / Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: РУТ, 2021. – 24 с.

Существенным и наиболее масштабным изменением в железнодорожном комплексе в рамках реформы является разделение функции эксплуатации и функции технического обслуживания и ремонта (ТОиР) локомотивов, для обеспечения деятельности которых созданы соответствующие подразделения: Дирекция тяги (ЦТ) – филиал ОАО «РЖД» и Дирекция по ремонту тягового подвижного состава (ЦТР) – филиал ОАО «РЖД». С целью повышения качества ТОиР и системы эксплуатации локомотивов, с 1 июля 2014 года основные функции ТОиР переданы частным сервисным компаниям (ООО «ТМХ Сервис» (теперь – ЛокоТехСервис) и ООО «СТМ–Сервис»), оплата работы которых производится не за количество выполненных ремонтов, а за полезную работу локомотивов – километры пробега для магистральных локомотивов и часы работы для маневровых. Благодаря этому появилась заинтересованность в увеличении безремонтных пробегов локомотивов и их полезной работы, улучшении технического состояния локомотивного парка

Цель исследования – повышение надёжности локомотивов за счёт выявления закономерностей между режимами эксплуатации и техническим состоянием локомотивов

по данным бортовых микропроцессорных систем управления локомотивов для использования в автоматизированных системах управления ТОиР в условиях сервисных ремонтных локомотивных депо.

Научная новизна диссертационной работы:

- научно доказаны или подтверждены закономерности между нарушениями режимов эксплуатации (НРЭ) локомотивов и их техническим состоянием;

- разработан усовершенствованный научно обоснованный классификатор нарушений режимов эксплуатации с указанием их возможного влияния на техническое состояние локомотивов;

- разработан метод защиты локомотивов от опасных нарушений режимов эксплуатации с использованием бортовых микропроцессорных систем управления для существующего и расширенного набора датчиков технического состояния оборудования локомотивов;

- разработан метод автоматизированного планирования объёма технического обслуживания и ремонта локомотивов в условиях сервисных локомотивных депо при наличии нарушений режимов эксплуатации;

- выполнено технико-экономическое обоснование целесообразности реализации предлагаемых технических решений.

В результате проведённых научных исследований получены новые законченные научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности функционирования локомотивного комплекса ОАО «РЖД». Основные научные и практические результаты научного исследования состоят в следующем:

- научно обоснована закономерность между нарушениями режимов эксплуатации и ухудшением технического состояния локомотивов, для чего обработан расширенный объём статистических данных об эксплуатации локомотивов (более 21,1 млн событий за 12 месяцев по 85 сервисным локомотивным депо) с использованием методов вероятностно-статистического и корреляционного анализа, что позволило выявить наличие нарушений режимов эксплуатации локомотивов, существенно влияющих на их техническое состояние. Основными нарушениями следует считать

нарушения, связанные с несоблюдением температурных режимов теплоносителей и несоблюдением скоростных режимов при следовании на руководящем подъёме. Анализ физических процессов и корреляционный анализ позволили выявить возникающие при этом отказы или ухудшение технического состояния, при этом наиболее подвержены влиянию дизель и дизельное оборудование грузовых тепловозов (у пассажирских и маневровых влияние меньше), тяговые электродвигатели и колёсно-моторный блок магистральных грузовых тепловозов и электровозов, причём независимо от года выпуска. При этом коэффициент корреляции между различными нарушениями и наличием отказов составлял от 0,537 до 0,989. Среднее значение коэффициента корреляции по исследуемым зависимостям составило 0,805, что позволяет судить о наличии высокой корреляционной связи, между нарушениями и отказами оборудования. В системе ТОиР необходим учёт режимов эксплуатации локомотивов;

– на основании проведённых научных исследований разработан расширенный классификатор типовых (имеющих место на практике) нарушений режимов эксплуатации с указанием последствий, которые они могут оказать на техническое состояние локомотива. Классификатор состоит из 54 нарушений, определяемых по более чем 30 локомотивным сериям и группам серий. Классификатор согласован с сервисными компаниями, утверждён и введён в действие в Дирекции тяги ОАО «РЖД» в систему сервисного обслуживания локомотивов;

– для защиты локомотивов от опасных режимов эксплуатации разработан комплекс алгоритмов, которые реализованы в программном обеспечении бортовых МСУ тепловозов серий ТЭП70БС приписки ТЧЭ «Саратов-Пассажирское», 2ТЭ116У приписки ТЧЭ «Дно» и 2(3) ТЭ10МК(УК) приписки ТЧЭ «Комсомольск-на-Амуре». Алгоритмические защиты позволили снизить число неплановых ремонтов защищаемого оборудования в среднем в три раза;

– предложен расширенный набор датчиков: необходимо дополнительно контролировать температуру обмотки ТЭД (якорной, главных и добавочных полюсов), температуру окружающего воздуха и виброускоре-

ния экипажной части локомотива. В остальном существующий набор датчиков достаточен для контроля режимов эксплуатации;

– для автоматизированной системы управления ТОиР разработан метод практического использования данных о режимах эксплуатации локомотивов при индивидуальном формировании объёма ремонта на плановых и неплановых видах технического обслуживания и ремонта, представляющий собой разработанное для АСУ ТОиР группы компаний «ЛокоТех» автоматизированное рабочее место диагноста с модулем «Корреляция НР-НРЭ» и внедрённое в работу в 85 сервисных локомотивных депо.

На основании проведённого анализа данных за 12 месяцев 2018 года по неплановым ремонтам, произошедшим из-за нарушений режимов эксплуатации, разработана матрица влияния нарушений режимов эксплуатации на локомотивы, позволяющая своевременно оценивать наиболее подверженные нарушениям серии локомотивов и их оборудование и разрабатывать соответствующие корректирующие мероприятия, актуальные в конкретный исследуемый период.

Эффект от внедрения результатов исследования достигается за счёт снижения затрат на неплановые ремонты, снижение количества нарушений режимов эксплуатации и уменьшения трудоёмкости при исследовании НР. Имеются справки о внедрении результатов исследований.

В качестве рекомендаций для дальнейшего повышения надёжности локомотивов, улучшения их технического состояния и исключения отрицательного влияния человеческого фактора рекомендуется организовать непрерывный мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации по данным бортовых МСУ с дистанционной (в режиме online) передачей данных в сервисные предприятия для предварительного планирования работ и заказа запасных частей и материалов, совершенствования методов ТОиР с постепенным переходом на ремонт по фактическому техническому состоянию.

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

