

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА (программа профессиональной переподготовки)

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Рабочие программы дисциплин

Дисциплина 1. Тяга поездов.

Тема 1.1 Основы тяги поездов: силы, действующие на поезд, модели поезда, основное уравнение движения.

Образование силы тяги. Образование тормозной силы. Силы, действующие на поезд, понятие удельных сил. Силы основного сопротивления движению. Дополнительное сопротивление движению от плана и профиля пути, низких температур, бокового ветра. Модель поезда – материальная точка. Модель поезда – несжимаемая нить. Модель поезда – набор соединенных дискретных масс. Уравнение движения поезда. Стационарные и переходные режимы движения поезда. Неблагоприятные явления, возникающие в переходных режимах движения поезда.

Тема 1.2 Тяговые расчеты. Методы выполнения тяговых расчетов.

Задачи тяговых расчетов. Правила тяговых расчетов. Графический метод тяговых расчетов: особенности применения, достоинства и недостатки. Аналитический метод тяговых расчетов: особенности применения, достоинства и недостатки. Численный метод тяговых расчетов, особенности применения, достоинства и недостатки. Выбор величина шага интегрирования численного метода. Определение погрешности интегрирования численного метода. Методы определения массы поезда. Методы определения расхода электроэнергии и топлива на участке.

Тема 1.3 Подготовка и ввод начальных данных для тягового расчета. Аппроксимация тяговых и токовых характеристик.

Табличная, аналитическая, графическая формы начальной информации для тягового расчета. Ввод профиля и плана пути. Ввод сил сопротивления движению локомотива и состава. Интерполяция и аппроксимация графических зависимостей, заданных в Правилах тяговых расчетов. Интерполяция кубическими сплайнами тяговых и токовых характеристик электровоза. Влияние количества узлов интерполяции на точность результатов. Влияние количества узлов интерполяции на сложность тягового расчета численным методом. Ввод информации о составе для разных моделей поезда. Ввод информации об условиях движения: ограничения по скорости, боковой ветер, низкие температуры.

Практическое занятие № 1 (в объеме 4 часа). Аппроксимация тяговой характеристики локомотива полиномом.

Выполнение аппроксимации тяговой характеристики локомотива (по выбору) полиномом в редакторе электронных таблиц.

Тема 1.4 Тяговый расчет с использованием численных методов.

Обзор численных методов решения уравнения движения поезда. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Метод Рунге-Кутты-Мерсона. Метод Адамса. Решение тормозной задачи численным методом. Учет ограничений при выборе режима движения при

выполнении расчета численным методом. Автоматическое определение шага интегрирования для метода Рунге-Кутты-Мерсона в режимах тяги, выбега и торможения.

Практическое задание № 2 (в объёме 4 часа) Методы решения уравнения движения поезда.

Решение уравнения движения для заданного поезда и участка пути методом Рунге-Кутты 4-го порядка с разным шагом интегрирования (0,5 м, 1 м, 2 м)

Тема 1.5 Принципы оптимального управления. Повышение адекватности модели движущегося поезда.

Постановка задачи оптимального управления поездом. Критерии оптимизации и целевые функции. Ограничения на фазовые координаты. Методы решения оптимальной задачи. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования. Применение методов оптимального управления для нормирования энергозатрат на тягу поездов. Применение методов оптимального управления в бортовой системе управления. Оценка адекватности математической модели по интегральной характеристике. Оценка адекватности математической модели на основе сравнения рядов данных. Способы повышения адекватности математической модели движения поезда с использованием данных из бортовых систем поезда на примере навигационной информации.

Дисциплина 2. Основы проектирования ВСНТ.

Тема 2.1 Основы проектирования высокоскоростных железных дорог.

Концептуальные подходы к созданию высокоскоростных железных дорог. Общие требования к инфраструктуре высокоскоростных железнодорожных линий и особые требования к проектам высокоскоростных магистралей (ВСМ). Общие принципы разработки и состав проектной документации; основные технические параметры и решения ВСМ. Искусственные сооружения на высокоскоростных железнодорожных линиях. Особенности системы электрификации и систем энергоснабжения высокоскоростных железных дорог.

Практическое занятие № 3 (в объёме 4 часов). Техническое регулирование высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Изучение основных положений Федеральных Законов Российской Федерации, технических регламентов и другой нормативной документации, регламентирующей деятельность железнодорожного транспорта и, в частности ВСМ.

Тема 2.2 Механическая часть высокоскоростного подвижного состава.

Основные принципы построения современных высокоскоростных поездов. Кузова вагонов и локомотивов высокоскоростного подвижного состава, устройства для наклона кузова. Ходовая часть высокоскоростного подвижного состава. Сцепные устройства высокоскоростного подвижного состава. Конструктивные особенности подвижного состава с устройствами, обеспечивающими эксплуатацию на железных дорогах с разной шириной колеи.

Тема 2.3 Динамика и взаимодействие подвижного состава и пути. Аэродинамика высокоскоростного подвижного состава.

Особенности динамики и взаимодействия экипажной части и пути, пантографа и контактного провода. Основы аэродинамики высокоскоростного подвижного состава. Сопrotивление воздушной среды движению высокоскоростного подвижного состава.

Тема 2.4 Перспективные тормозные системы. Особенности тормозного оборудования высокоскоростного подвижного состава.

Тормозное оборудование высокоскоростных поездов, особенности конструкции и технических характеристик. Системы управления тормозами высокоскоростного поезда. Алгоритмы прицельного торможения поездов.

Тема 2.5 Особенности конструкции современных высокоскоростных поездов.

Концепции высокоскоростного подвижного состава и основные принципы построения современных высокоскоростных поездов. Компоновка поездов, пассажирских и служебных помещений вагонов. Системы жизнеобеспечения пассажиров и поездного персонала

Дисциплина 3. Теория автоматического управления.

Тема 3.1 Теория систем автоматического управления. Встраиваемые промышленные системы управления.

Модели линейных объектов: дифференциальные уравнения. Модели в пространстве состояний. Переходная функция. Импульсная характеристика (весовая функция). Передаточная функция. Преобразование Лапласа. Передаточная функция и пространство состояний. Частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Требования к управлению. Процесс на выходе. Точность Устойчивость Критерии устойчивости. Переходный процесс. Частотные оценки качества. Корневые оценки качества. Робастность.

Тема 3.2 Системы управления высокоскоростным подвижным составом.

Тяговый электродвигатель как линейный объект регулирования. Тяговый электродвигатель как нелинейный объект регулирования. Математическая модель и структурная схема тягового электропривода. Локомотивные системы автоматического управления, регулирования и защиты (САУ, САР, САЗ). Классификация локомотивных САУ, САР, САЗ. Автоматическое регулирование частоты вращения дизеля. Автоматическое регулирование напряжения тягового генератора. Автоматическое регулирование температуры теплоносителей. Автоматическое регулирование ТЭД. Датчики и чувствительные элементы (ЧЭ) систем локомотивной автоматики.

Тема 3.3 Перспективные системы управления: архитектура, функции, интерфейсы.

Микропроцессорная система управления и диагностики. Универсальная система автоматического ведения поезда (УСАВП). Система автоматического управления тормозами (САУТ). Архитектура современных систем управления на примере MEN TCS. Переход к унифицированной архитектуре единой микропроцессорной системы управления, диагностики и безопасности. Обобщение функций систем управления, диагностики и безопасности. Промышленные коммуникационные интерфейсы.

Практическое занятие № 4 (в объёме 4 часов). Настройка работы ПИД регулятора для объектов управления с различными характеристиками. Определение коэффициентов ПИД регулятора для заданных объектов управления.

Дисциплина 4. Организация эксплуатации и сервисного обслуживания высокоскоростного наземного транспорта.

Тема 4.1 Организация производства, ремонт и техническое обслуживание высокоскоростного тягового подвижного состава.

Организация технического обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава. Планово-предупредительная система обслуживания и ремонта подвижного состава. Современные методы управления техническим состоянием подвижного состава. Контрольно-диагностические комплексы для оценки состояния подвижного состава

в движении. Особенности устройства депо для обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава. Сервисное обслуживание скоростного и высокоскоростного подвижного состава на железных дорогах России. Системы и методы управления уровнем качества продукции. Технический контроль качества. Сертификация продукции. Стандарты ISO серии 9000.

Тема 4.2 Надежность подвижного состава.

Основные понятия, величины и теоремы теории вероятностей. Распределение случайных величин. Анализ, расчет и прогнозирование показателей надежности локомотивов, их узлов и деталей. Факторы, влияющие на надёжность подвижного состава. Основные положения ГОСТ 32192-2013 Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения. Комплексные показатели надежности. Методы расчёта и анализа надёжности изделий. Повреждения, отказы и их классификация. Категории отказов в работе технических средств, виды отказов локомотива. Пути повышения надёжности локомотивов. CALS-технологии (англ. Continuous Acquisition and Lifecycle Support — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий). Структура управления эксплуатационной надёжностью локомотива.

Практические занятия № 5 (в объёме 4 часов). Комплексные показатели надёжности. Обработка статистических данных и расчёт комплексных показателей надёжности подвижного состава.

Тема 4.3 Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного подвижного состава.

Основные задачи и структура технической диагностики высокоскоростного подвижного состава. Виды и основные параметры технического состояния высокоскоростного подвижного состава. Классификация средств технической диагностики. Методы технического диагностирования оборудования и систем высокоскоростного подвижного состава. Автоматизированные системы контроля основных узлов и агрегатов высокоскоростного подвижного состава. Возможности компьютерных средств современной технической диагностики основных узлов и агрегатов подвижного состава. Современные перспективные компьютерные средства контроля основных узлов и агрегатов высокоскоростного подвижного состава.

Дисциплина 5. Тяговый привод.

Тема 5.1 Тяговые электродвигатели. Особенности тяговых электродвигателей для ВСНТ.

Назначение, классификация, функциональные и структурные схемы электрических передач локомотивов. Общие сведения о тяговых электрических машинах, применяемых в электрических передачах локомотивов. Механические характеристики элементов электрической передачи. Принципы управления и определение основных параметров передач локомотивов. Системы автоматического управления электрической передачей локомотива. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электрической передачей локомотива, плавное регулирование. Понятие поосного регулирования в электрической передаче локомотива. Электродинамическое торможение, силовая схема и ограничения, накладываемые на тормозную характеристику.

Практическое занятие № 6 (в объёме 4 часов). Математическое моделирование тягового привода.

Особенности создания математической модели в пакете SimInTech для исследования характеристик колесно-моторного блока электропоезда 2ЭСГ.

Тема 5.2 Силовые преобразователи в системах управления тяговыми электродвигателями.

Выпрямительная установка и режимы ее работы с учетом индуктивности цепей. Сравнительный анализ схем выпрямления. Внешние характеристики выпрямителей. Расчет параметров выпрямительной установки и ее к.п.д. Автономный и неавтономный инверторы, устройство, принцип действия, основные характеристики. Современные тяговые преобразователи, структурные схемы и характеристики. Требования к характеристикам тяговых преобразователей локомотивов. Преобразователи тока и напряжения. Принципы управления преобразователями. КПД преобразователей, режимы их охлаждения.

Практическое занятие № 7 (в объеме 4 часов). Исследование характеристик колесно-моторного блока электропоезда ЭС2Г.

Исследования характеристик колесно-моторного блока электропоезда 2ЭСГ на базе построенной математической модели в пакете SimInTech.

Тема 5.3 Тяговые приводы высокоскоростного подвижного состава.

Условия эксплуатации тяговых приводов, характер нагрузок, действующих на элементы тягового привода. Классификация тяговых приводов. Силы, действующие в тяговом приводе. Особенности конструкции и динамические характеристики тяговых приводов различных классов. Тяговый редуктор и его характеристики. Принцип выбора тягового редуктора. Современные подходы к проектированию тягового привода. Анализ работы тягового привода.

Дисциплина 6. Безопасность движения ВСНТ.

Тема 6.1 Нормативное и организационное обеспечение безопасной эксплуатации ВСНТ. Планирование и подтверждение обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Организационное и нормативное обеспечение безопасной эксплуатации ВСМ. Правовая база, основные понятия и принципы технического регулирования; технические регламенты. Правовая база подтверждения соответствия, основные понятия о системах сертификации; формы подтверждения соответствия, схемы сертификации, органы по сертификации продукции и услуг. Планирование и подтверждение обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Практические занятия № 8 (в объеме 4 часов). Требования ТР ТС 002/2011 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»

Изучение основных положений технического регламента и схем декларирования соответствия продукции

Тема 6.2 Правила технической эксплуатации железных дорог. Опыт подготовки локомотивных бригад.

Понятие безопасности движения в поездной и маневровой работе железных дорог. Показатели безопасности движения. Понятие ответственного технологического процесса (ОТП), его состояния, дестабилизирующие факторы, безопасность ОТП, риски потерь. Взаимосвязь показателей надежности и безопасности движения поездов. Распределение причин по видам проявления, по хозяйствам ВСМ, по основным профессиям хозяйств ВСМ. Классификация причин нарушения безопасности движения. Классификатор нарушений правил технической эксплуатации и безопасности в поездной и маневровой работе. Основные направления системы профилактических мер по предупреждению аварийности на железных дорогах. Характерные признаки неисправностей высокоскоростного подвижного состава при движении поездов. Действия работников железнодорожного

транспорта при обнаружении угрозы безопасности движения. Мероприятия по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Тема 6.3 Локомотивные устройства безопасности. Системы автоматического прицельного торможения.

Основные и дополнительные локомотивные устройства безопасности (ЛУБ). Функции безопасности. Понятие функциональной безопасности. Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) АЛСН и АЛС-ЕН. Безопасный локомотивный объединенный комплекс - БЛОК, и система обеспечения безопасности для высокоскоростных поездов - СОБ-400, устройство, структурные схемы и реализуемые функции. Принципы интервального регулирования движения поездов. Перспективные системы интервального регулирования. Система информирования машиниста (СИМ) и системы автоведения. Концепция развития локомотивных устройств безопасности.