

## **РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН**

**«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»**  
(по направлению подготовки (специальности) – 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»)

### **Дисциплина 1. Общий курс железнодорожного транспорта**

#### **Тема 1.1. Общие сведения о железнодорожном транспорте**

Характеристика железнодорожного транспорта, его значение в развитии экономики страны и место в единой транспортной системе. Структура управления железнодорожным транспортом. Основы проектирования и постройки железных дорог. Габариты.

#### **Тема 1.2. Устройства и технические средства железных дорог**

Путь и путевое хозяйство. Электроснабжение железных дорог. Подвижной состав. Локомотивное и вагонное хозяйство. Автоматика и телемеханика, связь. Раздельные пункты

#### **Тема 1.3. Организация железнодорожных перевозок и движение поездов**

Планирование и организация перевозок и коммерческой работы. Организация вагонопотоков и движения поездов. График движения поездов. Пропускная и провозная способность железных дорог. Руководство движением поездов. Основные технико-экономические показатели работы железных дорог. Применение вычислительной техники на железнодорожном транспорте.

**Практическое занятие № 1** (в количестве 8 часов). Планирование и организация перевозок

Определить время оборота вагонов на направлении полигона железной дороги и ускорение оборота вагона при реализации одной из мер: увеличение скорости, вагонного плеча, сокращение простоя вагонов на станциях, уменьшение порожнего пробега вагонов. Определить сокращение потребности в вагонном парке на отделении дороги в результате ускорения оборота вагона. Определить долю времени, приходящуюся на каждый элемент оборота вагона: в движении, на технических станциях, на станциях погрузки и выгрузки, на промежуточных станциях. Построить схему полигона железной дороги и показать на ней: оборот вагона, порожний и груженный рейсы вагона.

#### **Тема 1.4. Метрополитены**

Назначение и классификация линий метрополитенов. Краткие сведения о комплексе сооружений, устройств и оборудовании метрополитенов

### **Дисциплина 2. Электротехника и электроника**

#### **Тема 2.1. Основные законы и методы расчета линейных электрических цепей постоянного тока**

Электрическая энергия, особенности ее производства, распределения и области применения. Основные этапы развития электротехники. Роль электротехники и электроники в развитии автоматизации производственных процессов и систем управления. Электрическая цепь и ее элементы.

Классификация элементов электрических цепей, их свойства и характеристики. Представление реального источника электрической энергии схемой замещения. Топологические понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные, с одним и несколькими источниками энергии, с сосредоточенными и распределенными параметрами. Законы Ома и Кирхгофа и их применение для расчета электрических цепей постоянного тока. Число независимых уравнений по первому и второму законам Кирхгофа. Распределение потенциала в электрических цепях. Потенциальная диаграмма. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие электрического тока. Баланс мощностей для электрической цепи. Анализ цепей с одним источником энергии при последовательном, параллельном и смешанном соединении пассивных элементов методом эквивалентных преобразований. Преобразование различных видов, в том числе преобразование «треугольника» сопротивлений в эквивалентную «звезду» и наоборот. Принцип наложения и метод наложения. Расчет токов от действия каждой электродвижущей силы (ЭДС), определение токов в ветвях сложной электрической цепи. Метод контурных токов и его применение к расчету электрических цепей постоянного тока. Собственные и взаимные сопротивления контуров. Связь контурных токов с токами ветвей. Расчет электрических цепей с двумя узлами методом узлового напряжения. Тепловое действие электрического тока.

## **Тема 2.2. Основные законы и методы расчета линейных электрических цепей однофазного тока**

Однофазный синусоидальный ток и основные характеризующие его величины. Мгновенное, среднее и действующее значения синусоидальных ЭДС, напряжения и тока. Изображение синусоидальных функций времени вращающимися векторами. Векторные диаграммы. Представление синусоидальных ЭДС, напряжений и токов комплексными числами. Три формы записи комплексных чисел. Алгебра комплексных чисел. Цепь синусоидального тока с двухполюсным элементом (резистором, идеальной катушкой, идеальным конденсатором): напряжение, ток, разность фаз напряжения и тока, мощность, векторная диаграмма. Цепь синусоидального тока с последовательным соединением резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Полное сопротивление. Закон Ома. Разность фаз напряжения и тока. Три случая векторных диаграмм. Активная, реактивная и полная мощности. «Треугольники» напряжений, сопротивлений, мощностей. Параллельное соединение приемников в цепи синусоидального тока. «Треугольники» токов, проводимостей и мощностей. Векторные диаграммы цепи (три случая). Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения. Резонанс напряжений и резонанс токов. Векторные диаграммы. Резонансные кривые и добротность контура. Частотные характеристики. Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Аналогии с цепями постоянного тока.

Комплексная мощность и баланс мощностей в цепях синусоидального тока. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях. Коэффициент мощности и его влияние на технико-экономические показатели электроустановок. Способы повышения коэффициента мощности. Понятие об электрических цепях с индуктивной (магнитной) связью. Индуктивно связанные элементы цепи. Электродвижущая сила взаимной индукции. Коэффициент связи. Расчет электрических цепей с индуктивной связью. Составление уравнений по первому и второму законам Кирхгофа. Трансформатор без ферромагнитного сердечника: уравнения, эквивалентная схема замещения, векторная диаграмма, коэффициент трансформации и вносимые сопротивления.

**Практическое занятие № 2** (в количестве 18 часов). Основные законы и методы расчета линейных электрических цепей однофазного тока

Задача №1. Выполнить расчет линейных электрических цепей постоянного и переменного тока: расчет разветвленной линейной электрической цепи постоянного тока с несколькими источниками электрической энергии; расчет разветвленной цепи синусоидального тока; расчет трехфазной цепи.

Задача №2. Выполнить расчет переходных процессов классическим методом, расчет магнитных цепей постоянного тока, расчет выпрямителя источника питания электронных устройств: расчет переходных процессов в линейных цепях при постоянной ЭДС источника; расчет разветвленной магнитной цепи при постоянных токах; расчет выпрямителя источников электропитания электронных устройств.

### **Тема 2.3. Трехфазные цепи**

Трехфазная система ЭДС. Элементы трехфазных цепей. Простейший трехфазный генератор. Способы изображения и соединения фаз трехфазного источника. Соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями. Расчет трехфазной цепи при соединении фаз приемника «звездой». Симметричная и несимметричная нагрузки при наличии нейтрального провода и без него. Векторные диаграммы. Расчет трехфазной цепи при соединении фаз приемника «треугольником». Определение фазных и линейных токов при симметричной и несимметричной нагрузках. Векторные диаграммы. Мощность симметричной и несимметричной трехфазной цепи.

### **Тема 2.4. Теория четырехполюсника**

Основные понятия и определения. Классификация четырехполюсников. Уравнения пассивного четырехполюсника. Режимы работы и схемы замещения пассивного четырехполюсника. Определение коэффициентов четырехполюсника по входным сопротивлениям. Характеристическое сопротивление и постоянные передачи четырехполюсника.

### **Тема 2.5. Теория сигналов. Электрические фильтры**

Классификация воздействий в электрических цепях и основные сведения по теории сигналов. Генераторы синусоидальных и импульсных сигналов. Периодические негармонические воздействия. Причины

возникновения и представление их рядами Фурье. Максимальные, средние и действующие значения периодических негармонических ЭДС, напряжений и токов. Коэффициенты, характеризующие форму периодических негармонических кривых. Мощность в цепях негармонического тока. Расчет электрических цепей при периодических негармонических воздействиях. Применение комплексного метода. Резонансные явления. Электрические фильтры. Назначение и типы фильтров. Анализ простейших частотно-избирательных цепей при последовательном (параллельном) включении реактивных элементов. Резонансные и частотные характеристики. Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных устройств.

### **Тема 2.6. Классический метод расчета переходных процессов**

Основные понятия о переходных процессах в линейных электрических цепях. Основы классического метода расчета переходных процессов. Принужденные и свободные составляющие токов и напряжений. Законы коммутации. Переходный процесс при включении цепи с R и L на постоянное напряжение. Уравнение и графики тока и напряжения на индуктивности. Постоянная времени цепи, практическая длительность переходного процесса. Переходный процесс при коротком замыкании участка цепи с R и L, находящегося под током. Уравнения и графики тока. Переходный процесс при включении цепи с R и C на постоянное напряжение. Уравнения и графики тока и напряжения на конденсаторе. Постоянная времени цепи. Переходные процессы в цепи с R, L и C при включении ее на постоянное напряжение. Уравнения и графики тока и напряжений на емкости и индуктивности. Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях при их подключении к источнику синусоидального напряжения

### **Тема 2.7. Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Электромагнетизм и магнитные цепи**

Анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Магнитная индукция и намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитный поток и его свойства. Ферромагнитные и неферромагнитные материалы. Кривые намагничивания и гистерезисные петли ферромагнитных материалов. Закон полного тока. Магнитодвижущая сила (МДС). Определение положительного направления МДС. Разновидности магнитных цепей. Схемы замещения магнитных цепей. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей. Магнитное сопротивление. Сходство магнитной цепи с электрической и различие между ними. Расчет неразветвленных магнитных цепей:

- а) определение МДС по заданному магнитному потоку;
- б) определение магнитного потока по заданной МДС.

Катушка с ферромагнитным сердечником при синусоидальном напряжении питания. Форма кривой тока в катушке с учетом гистерезиса и насыщения. Эквивалентный синусоидальный ток и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником. Расчет параметров схемы замещения. Векторная диаграмма. Электромагнитные процессы. Закон электромагнитной

индукции. ЭДС индукции в контуре. Правило Ленца. ЭДС, индуцируемая в проводнике, движущемся в магнитном поле. Собственная индуктивность. ЭДС самоиндукции. Взаимная индуктивность. ЭДС взаимной индукции. Энергия и механические силы в электромеханических системах. Энергия магнитного поля катушки. Сила тяги электромагнита.

### **Тема 2.8. Основы электроники и источники питания**

Общие сведения о полупроводниках. Характеристики и параметры полупроводниковых приборов. Диоды и транзисторы. Микроэлектронные приборы. Принцип действия, основные характеристики и область применения. Интегральные микросхемы: классификация и назначение. Источники питания электронных. Принципы построения источников. Выпрямители источников электропитания. Структура, классификация и основные параметры. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения и тока. Усилительные каскады: классификация и основные характеристики. Анализ работы однокаскадных усилителей: коэффициент усиления, амплитудно-частотные характеристики. Режимы работы и температурная стабилизация. Генераторы синусоидальных и импульсных сигналов. Общие сведения о цифровых электронных устройствах. Понятие об аналогово-цифровых и цифро-аналоговых преобразователях. Микропроцессорные средства.

### **Дисциплина 3. Теория безопасности движения поездов**

#### **Тема 3.1. Терминология теории безопасности движения поездов**

Ответственные технологические процессы. Состояния ответственных технологических процессов. Дестабилизирующие и поражающие факторы ответственных технологических процессов. Безопасность ответственных технологических процессов и риски потерь. Перевозочные процессы. Характеристика перевозочных процессов. Состояния перевозочных процессов. Дестабилизирующие факторы перевозочных процессов. Безопасность перевозочного процесса и риски потерь. Процесс движения поезда. Состояния процесса движения поезда. Дестабилизирующие факторы процесса движения. Поражающие факторы. Безопасность движения поезда и риски потерь.

#### **Тема 3.2. Научные основы экспертизы безопасности движения поездов**

Методология анализа безопасности движения поездов. Идентификация опасных дестабилизирующих факторов методом сравнения. Формализованные методы идентификации опасных отказов. Характеристики опасных дестабилизирующих факторов. Апостериорный анализ безопасности. Методы определительных испытаний. Априорный анализ. Методы экспертных оценок. Байесовские методы анализа безопасности. Метод дерева событий.

**Практическое занятие № 3** (в количестве 12 часов). Расчет показателей  $C_{сум}$  и  $P_{ОИ}$ , построение матрицы рисков для ОИ.

Риск функционирования объекта инфраструктуры (ОИ) определяется

соотношением вероятностью риска по безотказности  $P_{ОИ}$ , а также возможной величиной ущерба из-за задержек поездов и устранения отказов  $C_{сум}$ . В качестве ОИ в задаче рассматривается железнодорожная станция. Исходные данные для определения риска по безотказности для ОИ приведены (в качестве элемента ОИ рассматривается эталонный комплекс управления стрелкой). Необходимо рассчитать показатели  $C_{сум}$  и  $P_{ОИ}$ , построить матрицу рисков для ОИ и сделать выводы по матрице. С помощью одного из известных методов произведен анализ дестабилизирующих факторов  $F_{кп}$  и возможности их влияния на переход процесса движения поезда в некоторое опасное состояние  $S_{ок}$ .

### **Тема 3.3. Оценка, нормирование и контроль показателей безопасности движения поездов и рисков потерь**

Элементы комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте. Показатели безопасности. Факторы, влияющие на надежность и безопасность объекта. Общие положения. Категории факторов. Факторы железнодорожного транспорта. Человеческий фактор. Оценка факторов. Риск. Понятие риска. Анализ риска. Контроль уровня опасности. Идентификация и рассмотрение опасностей исходя из проекта. Оценка и приемлемость риска. Полнота безопасности. Общие положения. Распределение требований к полноте безопасности. Уровни полноты безопасности. Нормирование показателей безопасности движения и рисков потерь. Принципы нормирования показателей безопасности. Контроль показателей безопасности.

## **Дисциплина 4. Теоретические основы автоматики и телемеханики**

### **Тема 4.1. Основные понятия телемеханики**

Способы управления удаленными объектами. Классификация и структуры телемеханических систем. Системы телеуправления, телесигнализации, телерегулирования и телеизмерения. Телемеханические сигналы, импульсные признаки. Виды селекции.

### **Тема 4.2. Квантование и кодирование информации**

Основные понятия об информации. Переносчики информации. Виды сообщений и квантование. Квантование по уровню, по времени, по уровню и времени. Классификация и характеристики кодов. Помехоустойчивость и помехозащищенность. Коды без избыточности, их построение и применение. Простой двоичный код, код Грея. Коррекция ошибок в избыточных кодах. Коды с обнаружением ошибок. Код с контролем четности, код с постоянным весом. Код с повторением, корреляционный код, код с инверсией. Код Бергера. Коды с исправлением ошибок. Код Хемминга. Систематические коды. Циклические коды.

### **Тема 4.3. Организация телемеханических каналов. Передача телемеханической информации**

Каналы связи по физическим проводным линиям связи. Уплотнение каналов связи при передаче информации по проводным линиям связи. Каналы связи по линиям электроснабжения. Модемы. Цифровые

радиоканалы связи. Волоконно-оптические каналы связи. Основные понятия о принципах передачи телемеханической информации. Методы модуляции телемеханических сигналов. Передача информации с повторением. Передача информации с обратной связью. Методы борьбы с помехами.

**Практическое занятие № 4.** (в количестве 12 часов).  
Телемеханические каналы связи и системы автоматического регулирования

В процессе выполнения задания студенту необходимо:

1. Разработать устройства организации телемеханического канала связи между пунктом управления и объектом управления, осуществить их настройку и исследовать их характеристики. Для этого:

– синтезировать структурные схемы кодирующего и декодирующего устройства для передачи сообщений по телемеханическому каналу в заданном помехозащищенном коде;

– разработать модели канала связи с возможностью имитации ошибок при передаче данных, а также анализатора, для оценки достоверности передачи данных при наличии ошибок;

– рассчитать корректирующие способности заданного помехозащитного кода и оценить достоверность передачи данных при известной вероятности одиночных искажений символов.

2. Для объекта управления с заданными характеристиками разработать структурную схему системы автоматического регулирования замкнутого типа, осуществить её настройку и анализ качества регулирования. Для этого:

– по кривой разгона определить характеристики объекта управления;

– выбрать тип регулятора и настроить его параметры для обеспечения заданных показателей качества переходного процесса, снять и проанализировать характеристики процесса регулирования.

3. Синтезировать модель передачи параметров технологического процесса по заданной программе и получить график процесса регулирования при отсутствии искажений в канале связи;

4. Сформировать перечень технических характеристик разработанной системы.

5. Сформулировать выводы по работе.

**Тема 4.4. Техническая реализация узлов телемеханических систем**

Структура телемеханической системы. Линейные устройства. Реализация узлов телемеханических систем. Распределители. Программируемые распределители. Генераторы. Кодеры. Декодеры.

**Тема 4.5. Структуры телемеханических систем**

Методы синхронизации систем. Построение систем с распределительной, кодовой и кодово-распределительной селекцией. Применение микропроцессоров в телемеханике.

**Тема 4.6. Основные понятия автоматического управления**

Общая характеристика объектов и систем автоматического управления (САУ). Принципы автоматического управления. Структура систем автоматического управления. Классификация систем автоматического управления. Автоматические системы. Оптимальные САУ. Адаптивные системы. Понятие

о нелинейных и импульсных системах, их особенности и характеристики. Измерительные элементы, управляющие органы, исполнительные устройства. Системы САУ на железнодорожном транспорте.

#### **Тема 4.7. Характеристики и свойства систем управления**

Методы описания свойств систем управления. Статические характеристики. Динамические характеристики. Типовые звенья систем регулирования. Передаточная функция. Определение параметров переходных характеристик. Типовые процессы регулирования. Устойчивость систем управления. Показатели качества процесса управления.

#### **Тема 4.8. Типы регуляторов. Законы регулирования**

Двухпозиционные регуляторы. Трех- и многопозиционные регуляторы. П-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторы. Адаптивные регуляторы.

#### **Тема 4.9. Выбор закона регулирования и типа регулятора**

Методы настройки регуляторов. Определение динамических характеристик объекта регулирования. Рекомендации по выбору закона регулирования и типа регулятора. Направление действия регулятора, объекта регулирования и исполнительного механизма. Определение оптимальных настроек регуляторов. Установка параметров регулирования без знания характеристик объекта регулирования. Ручная настройка параметров регулирования по переходной функции. Метод Циглера-Никольса разомкнутой системы с самовыравниванием и без самовыравнивания. Метод Циглера-Никольса для замкнутой системы. Метод для затухающих колебаний. Метод Кохен-Кунса. Метод настройки каскадных регуляторов. Метод настройки двухсвязанных регуляторов.

### **Дисциплина 5. Теория линейных электрических цепей**

#### **Тема 5.1. Линейная электрическая цепь как модель воздействия, реакции и характеристики цепей**

Частотное, операторное и временное представление сигналов. Импульсные сигналы и их представление. Характеристики электрических цепей как реакции на воздействие определённого сигнала. Связь между частотными и временными характеристиками. Электрические цепи при импульсных воздействиях. Параметрические электрические цепи. Переменные ёмкость и индуктивность. Принципы построения параметрических усилителей и генераторов.

**Практическое занятие № 5** (в количестве 4 часов). Исследование передаточных частотных характеристик в цепях первого порядка

Цель работы Экспериментально и расчетным путем получить передаточные амплитудно-частотные (АЧХ) и фазо-частотные (ФЧХ) характеристики простейших цепей.

#### **Тема 5.2. Методы анализа и синтеза электрических цепей**

Примеры разветвлённых цепей в устройствах автоматики и телемеханики. Определение входных сопротивлений и проводимостей. Матрицы сопротивлений и проводимостей разветвлённой цепи. Определение входных и передаточных функций по графу цепи. Электрическая цепь как многополюсник. Методы анализа и синтеза двухполюсных и



четырёхполюсных цепей. Уравнения и схемы замещения электрической цепи четырёхполюсника. Соединения четырёхполюсников и определение параметров соединения по параметрам составляющих четырёхполюсников. Рабочие коэффициенты и функции передачи. Характеристика цепей с переменными параметрами.

**Практическое занятие № 6** (в количестве 11 часов). Синтез линейных электрических цепей систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Произвести синтез линейной электрической рельсовой цепи по условиям выполнения нормального и шунтового режимов работы с учетом воздействия наиболее неблагоприятных внешних факторов.

Как правило исходными данными при синтезе рельсовой цепи являются первичные параметры двухпроводной симметричной рельсовой линии: удельное сопротивление изоляции -  $r_{и}$ , Ом\*км ее полное удельное сопротивление  $z_{п}$ , Ом/км, которое зависит как от частоты сигнального тока  $f_c$  в рельсах, так и от их типа (типоразмера).

В свою очередь, частота сигнального тока зависит от рода тяги, способа кодирования информационных сообщений и особенностей защиты передаваемых сообщений. В связи с вышесказанным, выполнение проекта разбивается на несколько промежуточных этапов:

- а. Определение полного удельного сопротивления двухпроводной рельсовой линии.
- б. Определение вторичных параметров рельсовой линии.
- в. Расчет и построение графика зависимости от длины рельсовой цепи модуля максимального сопротивления передачи  $Z_{по макс}$  основной схемы замещения электрической рельсовой цепи в нормальном режиме для разных сопротивлений по концам рельсовой линии.
- г. Расчет и построение графика зависимости от длины рельсовой цепи минимального сопротивления передачи  $Z_{по мин}$  основной схемы замещения электрической рельсовой цепи в шунтовом режиме для разных сопротивлений по концам рельсовой линии.
- д. Определение длин рельсовой цепи и величин сопротивлений по концам рельсовой цепи по условиям выполнения нормального и шунтового режимов.

### **Тема 5.3. Электрические цепи с распределёнными параметрами**

Первичные параметры и уравнения однородной электрической линии. Уравнения линии в установившемся режиме гармонического переменного тока. Волновые процессы в линии. Волновые параметры. Распределение напряжения и тока вдоль линии. Однородная линия как четырёхполюсник. Неоднородные линии. Линии индуктивной связи.

### **Тема 5.4. Характеристики цепей проводных линий связи**

Волновые параметры цепей телесигнализации и телеуправления. Зависимость их от частоты тока и других факторов. Временные характеристики и рабочие параметры однородной линии связи. Использование направленных графов для определения рабочих параметров передачи.

## **Тема 5.5. Параметры передачи электрических цепей как четырёхполюсников**

Собственные параметры передачи четырёхполюсника. Рабочие параметры четырёхполюсников и их выражение через собственные параметры передачи. Волновые матрицы передачи.

## **Тема 5.6. Электрические цепи со специальными частотными и временными характеристиками, их анализ и синтез**

Виды аппроксимации, применяемые при синтезе цепей. Способы реализации. Частотные зависимости сопротивлений и проводимостей двухполюсных цепей и методы их исследования. Построение двухполюсников по заданным частотным характеристикам. Схемы простейших фильтрующих и корректирующих RC- и LC-цепей и их характеристики. Активные RC-фильтры, способы их построения. Фильтры с обратной связью. Фильтры с частотнозависимыми отрицательными сопротивлениями. Корректоры амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик. Цепи задержки и формирования коротких импульсов.

### **Тема 5.7. Электрические фильтры**

Цепочечные фильтры. Фильтры нижних и верхних частот, полосовые фильтры типа  $k$ . Преобразования масштаба частот. Влияние потерь и несогласованности нагрузки на характеристики фильтров. Звенья фильтров типа  $m$ . Частотные фильтры в виде связанных контуров. Мостовые фильтры. Электромеханические фильтры. Чувствительность фильтров к изменениям параметров элементов.

### **Тема 5.8. Цифровые фильтры**

Применение цифровых фильтров в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики. Дискретный фильтр как линейная модель цифрового фильтра. Построение схемы цифрового фильтра по заданной импульсной характеристике. Нерекурсивные и рекурсивные фильтры. Канонические схемы цифровых фильтров. Расчёт элементов схем по заданным частотным характеристикам. Аппаратная и программная реализация цифровых фильтров.

## **Дисциплина 6. Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте**

### **Тема 6.1. Нормирование и доказательство безопасности систем обеспечения движения поездов**

Оценка безопасности систем обеспечения движения поездов. Методы нормирования показателей безопасности. Методология доказательства безопасности систем обеспечения движения поездов. Сертификация систем обеспечения движения поездов.

### **Тема 6.2. Теория синтеза безопасных логических элементов и систем**

Безопасные логические элементы. Концепция безопасности. Классификация схем безопасных логических элементов. Автогенераторные логические элементы. Самопроверяемые элементы. Обеспечение безопасности релейных схем с помощью элементов с несимметричным

отказом.

### **Тема 6.3. Расчеты показателей безотказности и безопасности систем обеспечения движения поездов**

Методы повышения надежности и безопасности микроэлектронных систем. Структурные методы обеспечения безопасности технических средств. Анализ двухканальных систем. Дублирование двухканальных систем. Сравнение избыточных безопасных структур. Учет надежности устройств контроля при расчете показателей безотказности и безопасности. Расчет показателей надежности систем со сложной структурой. Методы парирования опасных отказов с автоконтролем. Влияние периодического контроля на показатели безопасности.

**Практическое занятие № 7** (в количестве 20 часов). Анализ и расчет различных структур обеспечения надежности и безопасности

Предложено два варианта построения микропроцессорных СЖАТ:

1. Трехканальная (мажоритарная) система.
2. Дублированная резервированная структура микропроцессорных систем.

Необходимо заполнить таблицу истинности элементов сравнения. На основании данных таблиц построить схемы расчета надежности систем и, используя графический метод, определить какой из предложенных вариантов эффективнее с точки зрения надежности и безопасности.

### **Тема 6.4. Безопасный интерфейс с объектами в системе обеспечения движения поездов**

Требования к специализированным устройствам сопряжения с объектами. Классификация элементов сопряжения. Устройства включения исполнительных реле. Бесконтактное устройство сопряжения с объектами. Безопасный ввод информации и обеспечение помехозащищенности систем обеспечения движения поездов.

### **Тема 6.5. Передача ответственной информации в микроэлектронных системах**

Способы передачи ответственной информации. Методы обеспечения достоверности передачи ответственных телемеханических команд. Самопроверяемый контроль кодов. Надежная дешифрация кодов.

## **Дисциплина 7. Электропитание устройств железнодорожной автоматики и телемеханики**

### **Тема 7.1. Общие принципы распределения электрической энергии**

Понятие о Правилах устройства электроустановок. Производство и распределение электрической энергии. Основные требования к устройствам электроснабжения. Нормы качества электрической энергии.

### **Тема 7.2. Химические источники тока**

Первичные и вторичные химические источники тока, характеристики. Аккумуляторы. Виды аккумуляторов. Характеристики аккумуляторов, особенности их применения.

### **Тема 7.3. Системы электропитания**

Общие положения. Автономная система питания. Буферная система питания. Безаккумуляторные и комбинированные системы питания. Выпрямители переменного тока. Преобразователи частоты.

#### **Тема 7.4. Элементы систем электропитания**

Принципы стабилизации и преобразования постоянного напряжения. Линейные и импульсные стабилизаторы и преобразователи постоянного напряжения. Назначение и основные параметры источников бесперебойного питания. Принципы построения и функциональные узлы источников бесперебойного питания.

**Практическое занятие № 8** (в количестве 16 часов). Расчет электропитающей установки дома связи

При выполнении работы ставятся две основные задачи:

1. Самостоятельно, по рекомендованной литературе изучить системы электропитания устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, разработать и рассчитать электропитающую установку для заданной системы с применением типовых элементов и технических решений.

2. Провести расчет электрических параметров ЭПУ.

Схему питающей панели целесообразно совместить со структурной схемой ЭПУ. На схеме необходимо указать распределение нагрузок распределительной панели.

Расчет электрических параметров элементов или узлов ЭПУ необходимо провести с использованием ЭВМ.

#### **Дисциплина 8. Автоматика и телемеханика на перегонах**

**Тема 8.1. Основные этапы развития отечественных систем интервального регулирования движения поездов**

Роль перегонных устройств автоматики и телемеханики в обеспечении безопасности движения поездов и повышении пропускной способности участков железных дорог. Основные положения ПТЭ, Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации и Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации.

**Тема 8.2. Принципы построения систем автоблокировки с тональными рельсовыми цепями (АБТ, АБТЦ и АБТЦ-М)**

Назначение, классификация и область применения систем автоблокировки. Особенности технической реализации логических связей в проводных и беспроводных системах автоблокировки. Принципы построения автоблокировки с тональными рельсовыми цепями (АБТ, АБТЦ и АБТЦ-М). Системы электропитания устройств автоблокировки.

**Практическое занятие № 9** (в количестве 19 часов). Оборудование участка железной дороги перегонными устройствами автоматики и телемеханики

Для заданного участка железной дороги, расположенного вне пригородной зоны, с преимущественно грузовым движением поездов разработать проектные решения (на примере межстанционного перегона и промежуточной станции):

- 1) автоблокировки и путевых устройств АЛСН;
- 2) автоматических ограждающих устройств на переезде;
- 3) устройств автоматического диспетчерского контроля с учетом контроля состояния основных узлов автоблокировки и переездной сигнализации.

### **Тема 8.3. Микроэлектронные системы автоблокировки**

Функции и особенности построения системы АБТЦ-М. Кодовая автоблокировка КЭБ-2.

Микропроцессорная система автоблокировки АБ-УЕ. Системы контроля свободности перегона с использованием счета осей.

**Практическое занятие № 10** (в количестве 4 часов). Оборудование участка железной дороги микропроцессорными устройствами автоблокировки

Цель работы ознакомиться с устройством системы АБТЦ-М и изучить их работу в различных режимах.

### **Тема 8.4. Автоматический диспетчерский контроль**

Назначение и эксплуатационно-технические требования к устройствам автоматического диспетчерского контроля. Частотный диспетчерский контроль, структурная схема и состав аппаратуры. Автоматизированные системы диспетчерского контроля (АСДК и АПК-ДК), основные функции и особенности построения.

**Практическое занятие № 11** (в количестве 4 часов). Оборудование участка железной дороги устройствам автоматического диспетчерского контроля

Цель работы ознакомиться с устройством систем автоматического диспетчерского контроля и изучить их работу в различных режимах. Провести анализ различных систем автоматического диспетчерского контроля.

### **Тема 8.5. Локомотивные системы обеспечения безопасности движения поездов и авторегулировки скорости**

Эксплуатационно-технические характеристики и классификация систем. Основные функциональные узлы и элементы систем. Тормозные системы поездов и способы управления ими. Устройство автостопов. Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа АЛС-Е, АЛС-ЕН, КЛУБ-У.

Структурные схемы АЛС-Е, АЛС-ЕН, КЛУБ-У, их эксплуатационно-технические характеристики. Контроль скорости и проверка бдительности машиниста в системах АЛС-Е, АЛС-ЕН, КЛУБ-У - основа обеспечения безопасности движения поездов. Схемы локомотивного усилителя и дешифратора, методы защиты их от импульсных и непрерывных помех.

**Практическое занятие № 12** (в количестве 4 часов). Исследование работы локомотивного усилителя УК 25/50 и дешифратора ДКСВ

Цель работы ознакомиться с устройством локомотивного усилителя УК 25/50 и дешифратора ДКСВ и изучить их работу в различных режимах.

## **Дисциплина 9. Эксплуатационные основы систем и устройств**

## **автоматики и телемеханики**

### **Тема 9.1. Моделирование движения поездов для определения показателей эффективности и параметров транспортного процесса и систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Объекты управления и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Классификация устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Их роль в управлении процессом движения поездов, в том числе в обеспечении безопасности движения поездов. Зависимость пропускной (провозной) способности от применяемых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

Основы сигнализации на железнодорожном транспорте. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации. Виды постоянных сигналов. Требования к сигнальным показаниям светофоров.

Назначение моделирования движения поездов. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Силы, действующие на поезд. Математическая модель движения поездов. Таблица и диаграмма удельных равнодействующих сил.

Учет профиля и плана пути. Определение установившейся (равномерной) скорости для заданного элемента профиля.

Уравнение движения поезда, ручные и компьютерные численные методы его решения.

Кривые скорости и времени движения поезда. Особенности тяговых характеристик локомотивов. Выбор тяговой характеристики для расчета кривых движения поезда. Расчетные скорость и сила тяги при движении по подъему. Расчетный и инерционный подъемы.

Расчетный поезд для разбивки линии на блок-участки. Расчет массы состава расчетного поезда. Модель поезда как материальной точки. Уточнение веса поезда в соответствии с заданными долями вагонов различных типов. Учет при расчетах сопротивления движению наличия вагонов различных типов.

Проверка на возможность преодоления «расчетным» поездом проверяемых подъемов за счет использования кинетической энергии поезда. Проверка «расчетного» поезда по длине приемо-отправочных путей. Определение максимальной крутизны подъема, на котором возможно трогание поезда с места, после остановки по сигналу системы интервального регулирования.

Виды торможения поезда их расчет и использование в системах интервального регулирования движения.

Энергетические расчеты при моделировании движения поезда.

Принципы ручного и компьютерного моделирования движения поезда.

Оптимизация кривой скорости движения поезда.

Инструментарий для моделирования движения поездов.

**Практическое занятие № 13** (в количестве 23 часов). Расстановка светофоров трехзначной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями

Необходимо провести разбивку на блок-участки (расстановку

светофоров) трехзначной автоблокировки на заданном полигоне. При этом должен обеспечиваться требуемый интервал движения расчетных поездов.

Работу должна быть выполнена по следующему плану:

1. Просмотр методических материалов и литературы.
2. Детальное ознакомление с методом разбивки на блок-участки (расстановки светофоров) автоблокировки и требованиями к длинам блок-участков.
3. Проведение разбивки на блок-участки (расстановки светофоров) автоблокировки согласно своему варианту.
4. Проверка соответствия длин блок-участков тормозным путям и корректировка ординат границ блок-участков (светофоров) при необходимости.

### **Тема 9.2. Эксплуатационные основы перегонных систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Обеспечение безопасности движения поездов при помощи их разграничения по времени и расстоянию. Исторический обзор развития перегонных систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования ПТЭ к ним.

Полуавтоматическая автоблокировка. Эксплуатационно-технические требования. Определение минимальных интервалов между попутно следующими поездами и мест расположения блок-постов. Устройства контроля свободности перегона (участка пути) на основе счета осей подвижного состава.

Автоблокировка. Классификация систем автоблокировки. Эксплуатационно-технические требования. Системы сигнализации и интервалы между попутно следующими поездами. Значность систем сигнализации автоблокировки при смешанном движении.

Разбивка на блок-участки. Определение ординат светофоров, изолирующих стыков, точек подключения аппаратуры к рельсовой линии. Проверочные расчеты. Путевой план перегона.

Локомотивные устройства обеспечение безопасности движения поездов. Контроль бдительности машиниста и скорости поезда. Увязка локомотивных и путевых сигналов. Защитные участки. Система автоматического управления тормозами. Автоматизация вождения поездов. Эксплуатационно-технические требования.

Переезды. Их классификация. Обеспечение безопасности на переездах. Управление ограждающими устройствами. Расчет времени извещения и длины участков приближения Эксплуатационно-технические требования.

### **Тема 9.3. Эксплуатационные основы станционных систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Назначение и классификация отдельных пунктов, имеющих путевое развитие. Функции, местонахождение, обозначение и нумерация их элементов на схематическом плане станции. Техничко-распорядительный акт станции. Организация приема и отправления поездов на станции.

Требования правил технической эксплуатации (ПТЭ) предъявляемые к

электрической централизации (ЭЦ). Принципы организации безопасного управления движением поездов на отдельных пунктах, имеющих путевое развитие. Исторический обзор технических средств реализующих эти принципы.

Размещение станционных светофоров и изолирующих стыков. Сигнализация на станциях.

Маршрутизация передвижений. Враждебность маршрутов. Взаимозависимость стрелок, сигналов и маршрутов. Таблица маршрутов станционных передвижений. Охранные стрелки и негабаритные стрелочные секции.

Принципы проектирования ЭЦ.

Особенности ЭЦ на разъездах, обгонных пунктах, промежуточных и участковых станциях. Основы автоматизации и механизации на сортировочных станциях. Требования, предъявляемые при приемке в эксплуатацию законченных строительных объектов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи.

Движение поездов на участках, оборудованных диспетчерской централизацией (ДЦ) и работа поездного диспетчера. Требования к ДЦ. Объекты управления и контроля. Схема железнодорожного участка, находящегося на диспетчерском управлении. Эксплуатационно-технические вопросы применения ДЦ, эффективность диспетчерского управления, виды диспетчерского управления. Загрузка диспетчерского персонала. Направления совершенствования технических средств диспетчерского управления перевозочным процессом. Увеличение концентрации управления. Автоматизированные центры диспетчерского управления.

#### **Тема 9.4. Эффективность систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Эффективность устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, как элемента транспортной системы.

Эксплуатационные параметры транспортной системы. Показатели, используемые для сравнения существующего и предлагаемого к внедрению элемента железнодорожной транспортной системы.

Расчет пропускной способности, участковой и технической скорости движения поездов, количества высвобождаемых локомотивов и вагонов в результате совершенствования элементов транспортной системы.

#### **Дисциплина 10. Станционные системы автоматики и телемеханики**

##### **Тема 10.1. Основы построения станционных систем автоматики. Маршрутно-контрольные устройства. Механическая и электрическая централизация**

Основные требования, которым должны удовлетворять станционные устройства автоматики, телемеханики. Организация движения при электрической централизации. Распределение зон и функций управления между оперативным персоналом станции. Основы построения механической и электрической централизации.

**Практическое занятие № 14** (в количестве 8 часов). Станционные



рельсовые цепи с реле ДСШ. Электрическая централизация

Изучение работы рельсовых цепей на станции в различных режимах. Работа систем ЭЦ. Схемы исполнительной и наборной групп в ЭЦ.

**Тема 10.2. Напольное оборудование станционных систем железнодорожной автоматики. Стрелочные электроприводы, станционные светофоры, станционные рельсовые цепи**

Стрелочные электроприводы: классификация, эксплуатационно-технические требования к схемам управления, принципы построения. Станционные светофоры, их конструктивные особенности, цепи управления огнями. Станционные рельсовые цепи, назначение, принцип действия, виды рельсовых цепей. Двухниточный план станции.

**Тема 10.3. Методы построения безопасных схем электрической централизации. Основы построения систем электрической централизации**

Общие понятия и классификация систем электрической централизации. Электрическая централизация промежуточных станций. Блочная маршрутно-релейная централизация. Электрическая централизация ЭЦ-К. электрическая централизация ЭЦ-12.

**Тема 10.4. Принципы построения систем микропроцессорной централизации**

Принципы построения микропроцессорных централизаций. Безопасные структуры систем микропроцессорной централизации, устройства сопряжения с объектами, современные системы микропроцессорной централизации: EbiLock-950, ЭЦ-ЕМ. Перспективы развития систем микропроцессорной централизации.

**Практическое занятие № 15** (в количестве 24 часов). Оборудование станции микропроцессорной системой централизации

Работа состоит из следующих задач:

- разработка маршрутизации и осигнализации станции в виде однониточного плана станции;
- разработка схемы полной изоляции путей в виде двухниточного плана станции с расстановкой питающих и релейных концов, разрабатывается схема канализации обратного тягового тока, указываются полярность тока, текущего по рельсам..

В техническую часть проекта входят:

- разработка структурной схемы EBILOCK 950;
- проектирование стативов с размещением на них объектных контроллеров (ОК);
- разработка схем увязки с перегоном;
- расчет скорости и времени передачи информации по петлям связи.

**Тема 10.5. Механизация и автоматизация сортировочных горок. Системы горочной автоматики**

Основные эксплуатационно-технические требования к технологии и техническим средствам механизации и автоматизации сортировочных станций. Устройства механизации сортировочных горок. Путевые датчики

систем горочной автоматики. Системы автоматизации горочных технологических процессов: горочная автоматическая централизация с контролем роспуска ГАЦ-КР; устройство комплексного контроля головной зоны (УКГЗ); микропроцессорная система горочной автоматической централизации (ГАЦ МН); контроллер вершины горки КВГ; подсистемы регулирования скорости скатывания отцепов: задачи регулировки скорости скатывающихся с горки отцепов; динамика движения отцепов при скатывании с горки; устройство управления прицельным торможением (УУПТ); управление торможением отцепов в замедлителях; подсистемы контроля заполнения путей; микропроцессорный горочный комплекс КГМ-ПК; система автоматизированного управления компрессорной станцией (САУКС); комплекс диагностики и контроля (КДК); электропитание устройств и систем горочной автоматики.

**Практическое занятие № 16** (в количестве 4 часов). Исследование и расчет станционных систем горочной автоматики

Для заданной схемы путевого развития сортировочной горки и заданных технических средств механизации сортировочного процесса произвести анализ и исследование работы отдельных устройств системы ГАЦ-КР и комплекса горочного микропроцессорного - КГМ

### **Дисциплина 11. Диспетчерская централизация**

**Тема 11.1. Системы диспетчерской централизации. Принципы построения и особенности эксплуатации**

Понятие о системах диспетчерской централизации и станционных кодовых системах. Виды систем, их классификация.

Организация диспетчерского управления движением поездов. Требования ПТЭ и Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации.

**Тема 11.2. Организация каналов связи между линейными пунктами, центральным постом и единым диспетчерским центром управления**

Системы ДЦ со спорадическим и циклическим способами передачи информации, Структура кодов телеуправления и телесигнализации. Кодирование информации.

Циклические и спорадические системы ДЦ. Протокол сети передачи данных. Помехозащищенность кодов телеуправления и телесигнализации.

**Тема 11.3. Проектирование и эксплуатация микропроцессорных систем диспетчерской централизации**

Компьютерные системы диспетчерского управления. Принципы построения схем увязки систем ДЦ с системами электрической, релейно-процессорной и микропроцессорной централизаций. Системы телеуправления малодетальными станциями.

Принципы построения микропроцессорных систем ДЦ ("Диалог", "Сетунь", "Тракт", "Юг"). Принципы увязки систем ДЦ с устройствами ЭЦ.

**Практическое занятие № 17** (в количестве 23 часов). Разработка аппаратуры центрального поста, линейного пункта системы ДЦ «Диалог» и

схем увязки с исполнительными устройствами ЭЦ

Работа состоит из следующих задач:

1. Разработать структуру устройств центрального поста (ЦП) системы ДЦ "Диалог". Описать работу устройств ЦП при передаче команд телеуправления (ТУ) и приеме сигналов телесигнализации (ТС).

2. Привести структурную схему аппаратуры линейного пункта (ЛП) системы ДЦ «Диалог» на основе специализированной безопасной микро ЭВМ типа БМ –1602. Описать работу БМ-1602 при передаче сигналов ТС и приеме команд ТУ.

3. Разработать схему канала связи между аппаратурой автоматизированного рабочего места поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) и аппаратурой ЛП участка управления.

## **Дисциплина 12. Опыт эксплуатации современных систем и устройств железнодорожной автоматики**

### **Тема 12.1. Оценка надежности и безопасности функционирования систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики**

Показатели надежности и безопасности функционирования систем ЖАТ. Оценка рисков по надежности и безопасности систем ЖАТ, практическое использование оценки рисков при управлении ресурсами в хозяйстве автоматики. Анализ показателей надежности и безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики в процессе эксплуатации на участках различной категоричности и классности.

### **Тема 12.2. Оценка остаточного ресурса систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Концепция оценки остаточного и функционального ресурса систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Сбор, представление и обработка данных об отказах системы ЖАТ. Построение линейного тренда, характеризующего изменение интенсивности отказов системы ЖАТ. Оценка остаточного ресурса системы ЖАТ с помощью линейного тренда. Методика оценки функционального ресурса систем ЖАТ. Продление назначенного срока службы систем ЖАТ на основе статистического анализа отказов.

### **Тема 12.3. Методика оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования обслуживаемых систем и устройств**

Концепция качественной оценки работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики. Система локальных и глобальных показателей качества работы. Сбор и представление статистических данных о функционировании систем ЖАТ в зоне ответственности структурного подразделения хозяйства автоматики и телемеханики. Вычисление интегрального показателя качества работы структурного подразделения хозяйства автоматики. Планирование капитального ремонта систем ЖАТ.

**Практическое задание № 18** (в количестве 44 часов). Организация производства дистанции сигнализации и связи

1. Определить основные показатели размера дистанции СЦБ

(конфигурацию, протяженность, максимальное плечо управления, средний радиус управления). Представить анализ рассчитанных показателей размера дистанции с точки зрения её управляемости.

2. В соответствии с исходными данными технической оснащённости дистанции СЦБ рассчитать необходимый технический штат работников, организовать производственные участки, бригады и другие подразделения на дистанции СЦБ. Построить организационную структуру дистанции СЦБ.

3. Определить группу дистанции СЦБ. Провести анализ структуры и показателей дистанции СЦБ.

4. Оценить качество технической эксплуатации устройств ЖАТ дистанции СЦБ. Разработать предложения по повышению качества технической эксплуатации устройств и оценить их эффективность.