

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

Красноярский институт железнодорожного транспорта

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»
(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «10» июля 2018 г. № 542-1

Б1.Б.1.ДС.06 Электроснабжение железных дорог

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Системы обеспечения движения поездов

Общая трудоемкость в з.е. – 5

Формы промежуточной аттестации на курсах:

Часов по учебному плану – 180

экзамен - 5, курсовая работа – 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	22	22
- лекции	10	10
- практические	6	6
- лабораторные	6	6
Самостоятельная работа	140	140
Экзамен	18	18
Итого	180	180

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (уровень специалитета), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 №1296.

Программу составил:
ст. преподаватель

Н.И. Авдеёнок

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов на заседании кафедры «Системы обеспечения движения поездов».
Протокол от «05» апреля 2018 г. № 10

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

О.В. Колмаков

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины	
1	Формирование у обучающегося основных и важнейших представлений об электрическом взаимодействии всех элементов системы электроснабжения на основе глубокого изучения физической сущности процессов и режимов работы
2	освоения современных методов расчёта и проектирования системы электроснабжения железной дороги
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	Овладение методологией расчётов основных параметров системы тягового электроснабжения
2	Выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного - скоростного и высокоскоростного движения поездов
3	Демонстрирование знаний способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений
4	Демонстрирование знаний технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередач, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологи профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
1	Б1.Б.1.10 Математика
2	Б1.Б.1.20 Электроника
3	Б1.Б.1.21 Теоретические основы электротехники
4	Б1.Б.1.ДС.04 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении
5	Б1.Б.1.ДС.02 Тяговые и трансформаторные подстанции
6	Б.1В.01 Оборудование и аппаратура электроустановок ,
7	Б1.В.ДВ.04.01 Электрические сети и системы
8	Б1.В.ДВ.02.01 Техника высоких напряжений
9	Б1.В.ДВ.03.01 Основы теории электрической тяги
10	Б1.Б.1.ДС.05 Релейная защита
11	Б1.Б.1.ДС.03 Контактные сети и линии электропередач
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру
2	Б2.Б.04(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	

ПСК-1.2: способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	Схемы питания контактной сети и их компьютерное моделирование
Уметь	Выполнить тяговый расчёт в программе
Владеть	Методами расчёта и средствами защиты от токов короткого замыкания
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	Методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта
Уметь	Определять варианты усиления системы тягового электроснабжения и их эффективность
Владеть	Методами расчёта и выбора устройств тягового электроснабжения
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	Программные комплексы для расчётов пропускной способности
Уметь	Выполнять расчёты пропускной способности участков железной дороги с применением программных комплексов
Владеть	Навыками разработки проектно- конструкторской и технологической документации
ПСК-1.3: владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	Схемы систем тягового электроснабжения
Уметь	Рассчитывать параметры режимов системы тягового электроснабжения
Владеть	Навыками анализа работы системы тягового электроснабжения
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	Режимы работ системы тягового электроснабжения
Уметь	Определять варианты усиления системы тягового электроснабжения
Владеть	Навыками расчётов показателей качества электрической энергии
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	Методы расчётов основных параметров системы тягового электроснабжения
Уметь	Выполнять расчёты пропускной способности участков железной дороги
Владеть	Навыками разработки проектно- конструкторской и технологической документации
ПСК-1.6: способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать:	Принципы работы, правила технической эксплуатации, конструктивные особенности эксплуатируемых систем и оборудования;
Уметь:	Рассчитать параметры режимов системы тягового электроснабжения
Владеть:	Навыками анализа работы систем тягового электроснабжения нормального и аварийного режимов
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать:	Правила и способы организации технического обслуживания элементов системы тягового электроснабжения
Уметь:	Рассчитать варианты усиления системы тягового электроснабжения
Владеть:	Методами выбора вариантов усиления системы тягового электроснабжения
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать:	Средства обеспечения качества электроэнергии и компенсации реактивной мощности
Уметь:	Рассчитать показатели качества электрической энергии
Владеть:	Навыками расчётов пропускной способности в программном комплексе
В результате освоения дисциплины обучающийся должен	
Знать:	

1	роль и место устройств электроснабжения в системе обеспечения движения поездов, теоретические основы систем электроснабжения;
2	методы и средства обеспечения требуемых показателей качества электрической энергии;
3	сущность, принципы и средства достижения устойчивого процесса передачи электроэнергии из контактной сети к движущемуся электроподвижному составу;
4	методы измерения и оценки показателей качества при эксплуатации и обслуживании устройств электроснабжения;
5	методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта
Уметь:	
1	производить расчёт и выбирать основные параметры системы электроснабжения
2	разрабатывать требования к обеспечению безотказности и готовности устройств электроснабжения железных дорог, оценивать этапы их жизненного цикла;
3	применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта
Владеть:	
1	Методами расчёта и выбора устройств тягового электроснабжения, способами усиления устройств, повышения качества электрической энергии
2	способами симметрирования нагрузки в линиях внешнего электроснабжения
3	методами расчёта и средствами защиты от токов короткого замыкания;
4	методами тепловых расчётов элементов контактной сети;
5	новыми принципами управления системой электроснабжения на всех этапах жизненного цикла
6	технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ					
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
1.0	Раздел 1. Системы электроснабжения железных дорог			ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	
1.1	Системы электрической тяги, схемы их электроснабжения и технико-экономическое сравнение. Системы тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.2	Особенности работы систем электроснабжения 2х25/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.3	Схемы внешнего электроснабжения электрических железных дорог. Схемы электроснабжения электрической тяги железных дорог, нетяговых железнодорожных и нетранспортных районных потребителей и режимы их работы. /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.4	Схемы питания и секционирования контактной сети постоянного и переменного тока /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.5	Система тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом и режимы ее работы /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8

1.6	Система тягового электроснабжения переменного тока, 1х25 кВ, 2х25кВ, постоянного тока 3 кВ и режимы их работы. /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.7	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.8	Изучение теоретического материала по теме: Система электрификации 94 кВ/Ср/	9	8	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
1.9	Изучение теоретического материала по теме: Влияние несимметричной и несинусоидальной тяговой нагрузки на работу энергосистемы и потребителей /Ср/	9	6	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
2.0	Раздел 2. Сопротивление тяговой сети				
2.1	Сопротивление тяговой сети постоянного тока напряжением 3 кВ. Схема замещения тяговой сети и расчет сопротивления. . Сопротивление тяговой цепи переменного тока 1х25 кВ. Сопротивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Обобщенный метод расчета параметров тяговой цепи. Распределение тока между проводами контактной сети.. /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
2.2	Расчёт сопротивления тяговой сети постоянного тока. Расчёт сопротивления тяговой сети переменного тока. /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
2.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	9	1	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
3.0	Раздел 3. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов				
3.1	Классификация методов расчета систем тягового электроснабжения. Назначение и объем электрических расчетов. Расчет токов при одностороннем питании контактной сети, при двустороннем питании контактной сети.. Расчет потери мощности в тяговой сети постоянного тока. /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
3.2	Методы расчета по заданному графику движения поездов: метод равномерного сечения графика/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
3.3	Метод характерных сечений графика/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
3.4	Исследование эффективности схем питания контактной цепи двухпутного участка постоянного тока с использованием программного комплекса /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
3.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	9	1	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
3.6	Изучение теоретического материала на тему: метод непрерывного исследования графика, метод равномерно распределенной нагрузки /Ср/	9	8	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
4.0	Раздел 4. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданным размерам	9			
4.1	Определение средних и эффективных токов поездов Определение средних и эффективных поездных токов фидеров /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8

4.2	Определение средних и эффективных нагрузок фидеров. Определение нагрузки подстанций по нагрузке фидеров/ /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
4.3	Комплексная лабораторная работа №1 на тему: «Исследование влияния постов секционирования, пунктов параллельного соединения, компенсирующих установок на уровень напряжения, нагрев проводов, потери тяговой сети и пропускную способность двухпутного участка железной дороги переменного тока с использованием программных комплексов /Лаб/	9	8	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
4.4	Расчёт напряжения на шинах подстанции постоянного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
4.5	Определение напряжения на токоприёмнике ЭПС при системе тягового постоянного тока 3,3 кВ /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
5.0	Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения				
5.1	Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения. /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
5.2	Определение числовых характеристик параметров режима системы тягового электроснабжения. Определение напряжения на токоприёмнике ЭПС /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.2.1-6.2.8
5.3	Показатели электромагнитной совместимости электроподвижного состава системы тягового электроснабжения. Режимы напряжения в тяговой сети. Улучшение качества напряжения в тяговой сети. /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
5.4	Повышение качества электрической энергии в системе электроснабжения установками продольной компенсации/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
5.5	Повышение качества электрической энергии в системе электроснабжения установками поперечной компенсации/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
5.5	Устройства компенсации реактивной мощности /Ср/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
6.0	Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения				
6.1	Принципы выбора параметров. Расчетные величины параметров и их назначение. Приведенные ежегодные расходы. Сравнение вариантов устройств электроснабжения. По единовременным и ежегодным расходам /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.2.1-6.2.8
6.2	Выбор мощности трансформаторов по старению изоляции. /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
6.3	Режимы работы системы электроснабжения: при нормальном графике движения, режим сгущения при движении после «окна», режим пропуска тяжеловесных поездов, режим максимальной пропускной способности /Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8

6.4	Расчет напряжения на шинах подстанции постоянного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции. Расчет несимметрии токов и напряжений на шинах тяговой подстанции переменного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции /Пр/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.2.1-6.2.8
6.5	Комплексная лабораторная работа №2 на тему: «Сравнительный анализ систем тягового электроснабжения однофазного переменного тока 1х25 кВ и 2х25 кВ с использованием программных комплексов /Лаб/	9	10	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.3.2 6.2.1-6.2.8
6.6	Трёхпроводные тяговые сети: трёхпроводная тяговая сеть с усиливающим проводом; трёхпроводная тяговая сеть с экранирующим и усиливающим проводом/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.2.1-6.2.8
6.7	Принципы проектирования развития систем тягового электроснабжения с учётом роста транспортных перевозок и региональных условий/Лек/	9	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.2.1-6.2.8
6.8	Выполнение курсовой работы по теме: «Выбор параметров системы тягового электроснабжения /Ср/	9	40	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.3.1 6.2.1-6.2.8
6.9	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	9	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1
	/Экзамен/	9	36	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	Раздел 1. Системы электроснабжения железных дорог				
1.1	Системы электрической тяги, схемы их электроснабжения и технико-экономическое сравнение. Системы тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом /Лек/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
1.2	Схемы внешнего электроснабжения электрических железных дорог. Схемы электроснабжения электрической тяги железных дорог, нетяговых железнодорожных и нетранспортных районных потребителей и режимы их работы. /Лек/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
1.3	Изучение теоретического материала по теме: «Схемы питания и секционирования контактной сети»/Ср/	5	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
1.4	Изучение теоретического материала по теме: «Система тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом и режимы ее работы» /Ср/	5	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
1.5	Изучение теоретического материала по теме: «Система тягового электроснабжения переменного тока, 1х25 кВ, 2х25кВ, постоянного тока 3 кВ и режимы их работы.» /Ср/	5	6	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
1.6	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
1.7	Изучение теоретического материала по теме: Система электрификации 94 кВ/Ср/	5	6	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8

	Раздел 2. Сопротивление тяговой сети				
2.1	Изучение теоретического материала по теме: «Сопротивление тяговой сети постоянного тока напряжением 3 кВ. Схема замещения тяговой сети и расчет сопротивления. . Сопротивление тяговой цепи переменного тока 1х25 кВ. Сопротивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Обобщенный метод расчета параметров тяговой цепи. Распределение тока между проводами контактной сети.». /Ср/	5	6	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1 6.1.2.1 6.2.1-6.2.8
2.2	Расчёт сопротивления тяговой сети постоянного тока. Расчёт сопротивления тяговой сети переменного тока. /Ср/	5	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
2.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	3	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
2.4	Изучение теоретического материала по теме: «Распределение токов и напряжений в тяговых сетях участков переменного тока». /Ср/	5	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
	Раздел 3. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов				
3.1	Классификация методов расчета систем тягового электроснабжения. Назначение и объем электрических расчетов. Расчет токов при одностороннем питании контактной сети, при двустороннем питании контактной сети.. Расчет потери мощности в тяговой сети постоянного тока. /Лек/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
3.2	Методы расчета по заданному графику движения поездов: метод равномерного сечения графика, метод характерных сечений графика /Лек/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
3.3	Изучение теоретического материала на тему : «Метод непрерывного исследования графика, метод равномерно распределённой нагрузки /Ср/	5	8	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
3.4	Проработка лекционного материала/Ср/	5	8	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
	Раздел 4. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданным размерам движения				
4.1	Определение средних и эффективных токов поездов Определение средних и эффективных поездных токов фидеров Определение средних и эффективных нагрузок фидеров. Определение нагрузки подстанций по нагрузке фидеров/ Лек/ ./Лек/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
4.2	Комплексная лабораторная работа №1 на тему: «Исследование влияния постов секционирования, пунктов параллельного соединения, компенсирующих установок на уровень напряжения, нагрев проводов, потери тяговой сети и пропускную способность двухпутного участка железной дороги переменного тока с использованием программных комплексов /Лаб/	5	6	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
4.3	Определение напряжения на токоприёмнике ЭПС при системе тягового постоянного тока 3,3 кВ /Пр/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
4.4	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	5	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8

	Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения				
5.1	Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения. /Ср/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
5.2	Определение числовых характеристик параметров режима системы тягового электроснабжения. Определение напряжения на токоприемнике ЭПС /Ср/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
5.3	Показатели электромагнитной совместимости электроподвижного состава системы тягового электроснабжения. Режимы напряжения в тяговой сети. Улучшение качества напряжения в тяговой сети. /Ср/	5	6	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
5.4	Изучение теоретического материала на тему : «Повышение качества электрической энергии в системе электроснабжения установками продольной и поперечной компенсации/Ср/	5	15	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
	Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения				
6.1	Принципы выбора параметров. Расчетные величины параметров и их назначение. Приведенные ежегодные расходы. Сравнение вариантов устройств электроснабжения. По единовременным и ежегодным расходам /Ср/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
6.2	Режимы работы системы электроснабжения: при нормальном графике движения, режим сгущения при движении после «окна», режим пропуска тяжеловесных поездов, режим максимальной пропускной способности /Ср/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
6.3	Расчет напряжения на шинах подстанции постоянного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции. /Пр/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
6.4	/Расчет несимметрии токов и напряжений на шинах тяговой подстанции переменного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции /Пр/	5	2	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
6.5	Принципы проектирования развития систем тягового электроснабжения с учётом роста транспортных перевозок и региональных условий/Ср/	5	8	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
6.6	Выполнение курсовой работы по теме:"Выбор параметров системы тягового электроснабжения /Ср/	5	40	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
6.7	Подготовка к практическим работам /Ср/	5	4	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8
	/Экзамен/	5	18	ПСК-1.2 ПСК-1.3 ПСК-1.6	6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.1.2.2 6.2.1-6.2.8

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% on-line
6.1.1.1	Ю. А. Чернов	Электроснабжение железных дорог : учебное пособие. [Электронный ресурс] - https://umczdt.ru/books/41/39327/	Москва : УМЦ ЖДТ, 2014	100 % online
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Кол-во экз.
6.1.2.1	В. И. Сопов, Н. И. Щуров ; рец. В. П. Горелов [и др.]	Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе : учебник. [Электронный ресурс]- http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436278	Новосибирск : НГТУ, 2013	100 % online
6.1.2.2	К. Г. Марквардт	Электроснабжение электрифицированных железных дорог : учеб. для ВУЗ ж-д трансп.. [Текст] -	М : Книга по Требованию, 2013	3
6.1.2.3	В. И. Сопов, Ю. А. Прокушев ; рецензенты : Г. Н. Ворфоломеев, В. Н. Аносов	Электроснабжение электрического транспорта : учебное пособие для среднего профессионального образования. - [Электронный ресурс] https://www.urait.ru/book/elektrosnabzhenie-elektricheskogo-transporta-432225	Москва : Юрайт, 2019	100 % online
6.1.3 Методические разработки				
6.1.3.1	Авдеёнок Н.И.	Электроснабжение железных дорог [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсовой работы «Выбор параметров системы тягового электроснабжения при заданных размерах движения» по дисциплине «Электроснабжение железных дорог» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05.- http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Image_file_name=%5CFul%5C1289.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1	Красноярск. КрИЖТ ИрГУПС. - 2014	100% online
6.1.3.2	Закарюкин В.П.	Электроснабжение электрифицированных ж.д.: Лабораторный практикум http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Image_file_name=%5CFul%5C371_bem.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1	Иркутск: ИрГУПС 2014	100% online
6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине				
6.1.4.1				
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
6.2.1	Библиотека КрИЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта –филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/ . – Режим доступа: после авторизации. – Текст : электронный.			
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» : электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – . – URL: http://umczdt.ru/books/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.3	Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва, 2011 – . – URL: http://znanium.com . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва. – URL: https://urait.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.5	Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – . – URL: http://e.lanbook.com . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.6	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» : электронная библиотека : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – . – URL: https://biblioclub.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.7	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: http://sdo.krsk.irkups.ru/ . – Текст : электронный.			

6.2.8	Национальная электронная библиотека : федеральный проект : сайт / Министерство Культуры РФ. – Москва, 2016 – URL: https://rusneb.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.9	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – URL: http://www.rzd.ru/ . – Текст : электронный.
6.2.10	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: http://denti.krw.rzd . – Режим доступа : из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
6.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения	
6.3.1.1	Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).
6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения	
6.3.2.1	Не используется
6.3.3 Перечень информационных справочных систем	
6.3.3.1	Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте (БД АСПИЖТ) : сайт КонсультантПлюс / АО НИИАС. – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не используется

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
7.1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации).
7.3	Учебная Лаборатория «Электроснабжение железных дорог»; г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И, корпус Л, ауд. Л 504
7.4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы Л-203, Л-214, Л-410, Т-5, Т-46.
7.5	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекционные занятия	<p>Аудиторные занятия, предусмотренные программой дисциплины «Электроснабжение железных дорог», являются обязательными для посещения.</p> <p>Лекционные занятия призваны донести до обучающихся содержание основных тем дисциплины, включенных в ее программу.</p> <p>На лекциях обучающиеся получают новые сведения, во многом дополняющие учебники, знакомятся с последними достижениями науки и техники. Поэтому умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемый материал является неперенным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающихся. В процессе слушания необходимо разобраться в том, что излагает лектор; обдумать сказанное им; связать новое с тем, что до этого было известно по данной теме из предыдущих лекций, прочитанных книг и журналов. Слушая лекции, надо стремиться понять цель изложения, уловить ход мыслей лектора, логическую последовательность изложения, понимать, что хочет доказать лектор. Надо</p>

	<p>отвлечься при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, их конспектирование помогают усвоить материал.</p> <p>Над конспектами лекций надо систематически работать: перечитывать их, выправлять текст, делать дополнения, размечать цветом то, что должно быть глубоко и прочно закреплено в памяти. Первый просмотр конспекта рекомендуется сделать вечером того дня, когда была прослушана лекция (предварительно вспомнить о чем шла речь и хотя бы один раз просмотреть записи). Затем вновь просмотреть конспект через 3-4 дня. Времени на такую работу уходит немного, но результаты обычно бывают прекрасными: обучающийся основательно и глубоко овладевает материалом и к сессии приходит хорошо подготовленным.</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только основную, но и дополнительную литературу, которую рекомендовал лектор. Только такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит каждому обучающемуся овладеть научными знаниями и развить в себе задатки, способности, дарования.</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.</p> <p>Начиная подготовку к практическому занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе.</p> <p>Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам. Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: первый – организационный; и второй – закрепление и углубление теоретических знаний.</p> <p>На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает: - уяснение задания на самостоятельную работу; - подбор рекомендованной литературы; - составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.</p> <p>Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p> <p>Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал.</p>
<p>Лабораторные работы</p>	<p>Лабораторные занятия служат для углубления и закрепления теоретических знаний, формирования умений и навыков. На лабораторных занятиях проводится исследование реального оборудования, прививаются навыки работы с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет.</p> <p>Успех лабораторных занятий зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии.</p> <p>Формы организации лабораторного занятия зависят от числа студентов, содержания и объема программного материала, числа лабораторных работ, а также от вместимости и оснащения</p>

	<p>лабораторий. Формы проведения лабораторных занятий: фронтальная, по циклам, индивидуальная, смешанная. Фронтальная форма предполагает одновременное выполнение работы всеми обучающимися. Выполнение работ по циклам предусматривает соответствие определенным разделам лекционного курса. В один цикл объединяются 4-5 работ, осуществляемых, как правило, на однотипных стендах. Обучающиеся выполняют работы по графику, переходя от одного цикла к другому. При индивидуальной форме организации работ каждый студент выполняет все намеченные программой работы в определенной последовательности, устанавливаемой графиком. Последовательность лабораторных работ в этом случае может не совпадать с последовательностью лекционного курса. Смешанная форма организации лабораторных занятий позволяет использовать преимущества каждой из рассмотренных выше форм.</p> <p>Задача на подготовку к лабораторной работе может быть поставлена либо на лекции, либо на практическом занятии с таким расчетом, чтобы студенты смогли подготовиться к ее проведению. Подготовка студентов к лабораторному занятию проводится в часы самостоятельной работы с использованием учебников, конспектов лекций и методических материалов. Лабораторная работа выполняется студентами самостоятельно. Преподаватель в ходе занятия контролирует и осуществляет методическое руководство действиями студентов.</p> <p>Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Отчет может состоять из трех частей. В первой части указываются наименование и цель работы, дается описание систем, на которых проводится эксперимент, приводится структурная или принципиальная схема стенда. Во второй части представляются опытные данные и результаты вычислений. По результатам наблюдений и вычислений строятся графики, позволяющие произвести анализ исследуемого явления. В третьей части даются выводы по результатам выполненной работы. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы.</p>
Самостоятельная работа студента	<p>Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях.</p> <p>Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения студентом в процессе самостоятельной работы, выносится на итоговый контроль наряду с учебным материалом, который разрабатывался при проведении учебных занятий.</p> <p>Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.</p> <p>Самостоятельная работа студентов осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах.</p> <p>Самостоятельная работа студентов в аудиторное время может включать: – конспектирование (составление тезисов) лекций; – выполнение контрольных работ; – решение задач; – работу со справочной и методической литературой; – работу с нормативными правовыми актами; – выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях; – защиту выполненных работ; – участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины; – участие в собеседованиях, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях; – участие в тестировании и др.</p> <p>Самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время может состоять из: – повторение лекционного материала; – подготовки к практическим занятиям; – изучения учебной и научной литературы; – решения задач, выданных на практических занятиях; – подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.</p> <p>- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов по отдельным вопросам изучаемой темы.</p>
Курсовая работа	<p>Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной задачи; проведение практических исследований по заданной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины. При подготовке к сдаче экзамена студент весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнение намеченной работы.</p> <p>Для успешной сдачи экзамена по дисциплине "Электроснабжение железных дорог" обучающиеся должны принимать во внимание, что все основные категории, которые указаны в рабочей программе, нужно знать, понимать их смысл и уметь его разъяснить; указанные в рабочей программе формируемые профессиональные компетенции в результате освоения дисциплины должны быть</p>

	продемонстрированы обучающимся; практические занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, более высокой оценки на экзамене; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого занятия.
--	---

Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет и Электронную библиотеку (ЭБ КрИЖТ ИрГУПС) <http://irbis.krsk.ircups.ru>.

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
Б1.Б.1.ДС.06 «Электроснабжение железных дорог»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.Б.1.ДС.06 «Электроснабжение железных дорог»

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Электроснабжение железных дорог» участвует в формировании компетенций:

ПСК-1.2 – способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ.

ПСК-1.3 – владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного.

ПСК-1.6 – способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций
ПСК-1.2, ПСК-1.3, ПСК-1,6 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПСК-1.2	способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ.	Б1.Б.1.ДС.06 Электроснабжение железных дорог	5	2
		Б1.В.02 Основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения	5	2
		Б1.В.03 Режимы работы систем тягового электроснабжения	6	3
		Б1.В.ДВ.02.02 Математическое моделирование взаимодействия устройств токосяема	4	1
		Б1.В.ДВ.03.02 Применение вычислительной техники в электроснабжении железных дорог	4	1
		Б1.В.ДВ.04.02 Математические основы диагностирования устройств контактной сети	4	1
		Б2.Б.04(Н) Производственная - научно-исследовательская работа	6	3
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	3
ПСК-1.3	владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных	Б1.Б.1.ДС.06 Электроснабжение железных дорог	5	1
		Б1.В.03 Режимы работы систем тягового электроснабжения	6	2
		Б2.Б.05(Пд) Производственная - преддипломная	6	2
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	2

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
	существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов			
ПСК-1.6	способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения	Б1.В.ДВ.02.01 Техника высоких напряжений	4	1
		Б1.Б.1.ДС.02 Тяговые и трансформаторные подстанции	4	1
		Б1.В.01 Оборудование и аппаратура электроустановок	4	1
		Б1.Б.1.ДС.03 Контактные сети и линии электропередач	5	2
		Б1.В.ДВ.03.01 Основы теории электрической тяги	4	1
		Б1.Б.1.ДС.04 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении	5	2
		Б1.В.ДВ.04.01 Электрические сети и системы	4	1
		Б1.Б.1.ДС.05 Релейная защита	6	3
		Б1.В.04 Автоматизация системы электроснабжения	6	3
		Б1.Б.1.ДС.06 Электроснабжение железных дорог	5	2
	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	3	

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПСК-1.2, ПСК-1.3, ПСК-1.6
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)			
ПСК-1.2:	способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ	<p>Раздел 1. Системы электроснабжения железных дорог</p> <p>Раздел 2. Сопротивление тяговой сети</p> <p>Раздел 3. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов</p> <p>Раздел 4. Метод расчёта системы тягового электроснабжения по заданным размерам движения</p> <p>Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения</p> <p>Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения</p>	Минимальный уровень	Знать: схемы питания контактной сети и их компьютерное моделирование,			
				Уметь: выполнить тяговый расчёт в программе			
				Владеть: методами расчёта и средствами защиты от токов короткого замыкания			
			Базовый уровень	Знать: методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта			
				Уметь: определять варианты усиления системы тягового электроснабжения и их эффективность			
				Владеть: методами расчёта и выбора устройств тягового электроснабжения			
			Высокий уровень	Знать: методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта			
				Уметь: выполнять расчёты пропускной способности участков железной дороги с применением программных комплексов			
				Владеть: технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ			
			ПСК-1.3	владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов	<p>Раздел 1. Системы электроснабжения железных дорог</p> <p>Раздел 2. Сопротивление тяговой сети</p> <p>Раздел 3. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов</p> <p>Раздел 4. Метод расчёта системы тягового электроснабжения по заданным размерам движения</p> <p>Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения</p> <p>Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения</p>	Минимальный уровень	Знать схемы систем тягового электроснабжения
							Уметь рассчитывать параметры режимов системы тягового электроснабжения
							Владеть навыками анализа работы системы тягового электроснабжения
Базовый уровень	Знать особенности и характеристики нормальных, аварийных и вынужденных режимов работы систем тягового электроснабжения при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов						
	Уметь выбирать места расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения						
	Владеть навыками выбора оборудования, применения знаний к различным режимам работы систем тягового электроснабжения						
Высокий уровень	Знать методы математического и компьютерного моделирования для исследования режимов работы систем тягового электроснабжения						
	Уметь выполнять расчёты пропускной способности участков железной дороги						

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
				Владеть навыками разработки проектно-конструкторской и технологической документации
ПСК-1.6	способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения	Раздел 1. Системы электроснабжения железных дорог	Минимальный уровень	Принципы работы, правила технической эксплуатации, конструктивные особенности эксплуатируемых систем и оборудования;
		Раздел 2. Сопротивление тяговой сети		Уметь производить основные расчеты режимов работы систем тягового электроснабжения
		Раздел 3. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов		Владеть навыками анализа работы систем тягового электроснабжения нормального и аварийного режимов
		Раздел 4. Метод расчёта системы тягового электроснабжения по заданным размерам движения	Базовый уровень	Знать правила и способы организации технического обслуживания элементов системы тягового электроснабжения
		Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения		Уметь рассчитать варианты усиления системы тягового электроснабжения
		Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения		Владеть принципами и методами оптимизации режимов работы систем тягового электроснабжения
		Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения	Высокий уровень	Знать средства обеспечения качества электроэнергии и компенсации реактивной мощности
		Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения		Уметь выявлять закономерности взаимного функционирования систем внешнего и тягового электроснабжения
		Выбор параметров системы тягового электроснабжения		Владеть методами технико-экономического анализа деятельности хозяйства электроснабжения железных дорог

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины**

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
1	Текущий контроль	Раздел 1. Системы электроснабжения железных дорог	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Конспект(письменно); Тестирование (компьютерные технологии)
2	Текущий контроль	Раздел 2. Сопrotивление тяговой сети	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Конспект(письменно); Тестирование (компьютерные технологии)
3	Текущий контроль	Раздел 3. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Конспект(письменно); Тестирование (компьютерные технологии)
4	Текущий контроль	Раздел 4. Метод расчета системы тягового электроснабжения по заданным размерам движения	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Конспект(письменно); Защита лабораторной работы (устно); Тестирование (компьютерные технологии)
5	Текущий контроль	Раздел 5. Качество электрической энергии в системах электроснабжения	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Конспект(письменно); Тестирование (компьютерные технологии)
6	Текущий контроль	Раздел 6. Выбор параметров системы тягового электроснабжения	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Конспект(письменно); Защита лабораторной работы (устно); Защита курсовой работы(устно); Тестирование (компьютерные технологии)
7	Промежуточная аттестация – экзамен	Разделы 1,2,3,4,5,6.	ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-1.6 Собеседование (устно); Тестирование (компьютерные технологии)

**2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций
на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырех балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
2	Конспект	Средство, позволяющее формировать и оценивать способность обучающегося к восприятию, обобщению и анализу информации Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Темы конспектов по дисциплине
3	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и повысить уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной области.	Темы индивидуальных проектов и типовое задание на курсовую работу
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.	Фонд тестовых заданий
5	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена (в конце девятого семестра), а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций представлена в следующей таблице

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости.

Критерии и шкала оценивания лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Отчет оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

Критерии и шкала оценивания тестирования

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкала оценивания курсовой работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.	Высокий
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе.	Базовый
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30 % вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы.	Минимальный
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала.	Компетенция не сформирована

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении

	тестирования
«не удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачета:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Электроснабжение железных дорог» (для оценки знаний)

Вопросы к экзамену

Раздел № 1. Системы электроснабжения электрических железных дорог.

1. Основные этапы электрификации железных дорог России (СССР). Состояние и тенденции развития электрических железных дорог мира. Техничко-экономическая эффективность электрической тяги. Техничко-экономические показатели электрифицированных железных дорог.
2. Системы электрической тяги. Системы электроснабжения электрической тяги и их принципиальные схемы. Техничко-экономическое сравнение систем электроснабжения ЭЖД.
3. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированной по системе постоянного тока. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции постоянного тока. Техничко-экономический анализ СТЭ.
4. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированной по системе переменного тока 1*25кВ. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции переменного тока 1*25кВ. Техничко - экономический анализ СТЭ.
5. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированного по системе переменного тока 2*25кВ. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции переменного тока 2*25кВ. Техничко - экономический анализ.
6. Понятие об энергетической системе. Принципиальная схема внешнего и тягового электроснабжения электрических железных дорог. Требования к схемам внешнего электроснабжения
7. Схемы питания тяговой сети однопутных и двух путных участков железных дорог и их технико-экономическое сравнение.
8. Схемы электроснабжения не тяговых и районных потребителей.
9. Стыкование электрифицированных участков с различными системами тока и систем электроснабжения.
10. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока по системе 1*25кВ с помощью трехфазного трансформатора Y/D-11: принципиальная схема, векторные диаграммы токов и напряжений, распределение тока по обмоткам, схема главных электрических соединений тяговой подстанции, технико-экономический анализ.
11. Симметрирование токов в питающей ЛЭП при СТЭ 1x25 кВ: принцип симметрирования, схема питания группы тяговых подстанций с трансформаторами Y/D-11, векторная диаграмма токов и напряжений для различных типов подстанций, требования к схеме питания, схема питания группы подстанций в векторной форме.
12. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока по системе 2*25кВ: принципиальная схема, векторные диаграммы напряжений, распределение тока по элементам схемы, эффективность. Схемы главных электрических соединений тяговой подстанции и поста секционирования.
13. Симметрирование токов в питающей ЛЭП при СТЭ 2x25 кВ: принцип симметрирования, схема питания группы тяговых подстанций, схема питания группы тяговых подстанций в векторной форме.

14. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока с помощью трехфазно-двухфазного трансформатора по схеме Скотта: принципиальная схема, векторная диаграмма, распределение тока, эффективность.
15. Трансформаторы тяговых подстанций с повышенным симметрирующим эффектом. Схемы питания тяговой сети.
16. Схемы питания тяговой сети переменного тока с повышенным симметрирующим эффектом с комбинированным применением однофазных и трёхфазных трансформаторов.
- Раздел № 2** Сопротивление тяговой сети железных дорог.
17. Сопротивление тяговой сети постоянного тока, распределение тока между проводами контактной сети.
18. Сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока.
19. Обобщенный метод расчета сопротивления тяговой сети переменного тока: метод расчёта, расчёт распределения тока между проводами контактной сети.
20. Сопротивление тяговой сети переменного тока однопутного участка по системе 1x25.
21. Сопротивление тяговой сети переменного тока двух путного участка по системе 1x25.
22. Составное и эквивалентное сопротивление тяговой сети.
23. Расчетные сопротивления системы внешнего электроснабжения и тягового трансформатора.
- Раздел № 3.** Методы расчета системы тягового электроснабжения по заданному графику движения поездов.
24. Принципы построения методов расчета системы тягового электроснабжения. Классификация методов расчета. Назначение и объем электрических расчетов. Назначение электрических расчётов.
25. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок при одностороннем и двустороннем питании на однопутном участке постоянного тока.
26. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок на двухпутном участке постоянного тока с постом секционирования.
27. Метод расчёта токораспределения на многопутном участке постоянного тока с постом секционирования и пунктами параллельного соединения.
28. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок при одностороннем и двустороннем питании на участке переменного тока 1x25кВ.
29. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок при одностороннем питании на однопутном участке постоянного тока.
30. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок при двустороннем питании на однопутном участке постоянного тока при равных и неравных напряжениях на шинах смежных подстанций.
31. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок на двухпутном участке постоянного тока с постом секционирования.
32. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок в тяговой сети переменного тока при одностороннем и двустороннем питании.
33. Расчет потери мощности в тяговой сети постоянного тока при одностороннем и двустороннем питании.
34. Расчет потери мощности в тяговой сети переменного тока.
35. Расчет тока в обмотках тягового трансформатора Y/D-11. Расчет потерь мощности в тяговом трансформаторе.
36. Расчет напряжения на шинах тяговой подстанции постоянного тока.
37. Расчет напряжения на шинах тяговой подстанции переменного тока.
38. Методы расчета по заданному графику движения поездов: методы равномерного и характерных сечений графика движения.
39. Методы расчёта по заданному графику движения поездов: метод непрерывного исследования графика движения поездов.
40. Метод расчета с равномерно распределенной нагрузкой.
- Раздел № 4.** Методы расчета параметров режима работы системы тягового электроснабжения по заданным размерам движения поездов
41. Особенности работы магистральных железных дорог. Статистический анализ параметров режима работы системы тягового электроснабжения.
42. Законы распределения числа поездов в межподстанционной зоне и межпоездных интервалов.
43. Законы распределения тяговой нагрузки и ее числовые характеристики.

44. Числовые характеристики поездного тока.
 45. Числовые характеристики токов фидеров тяговой подстанции.
 46. Потери мощности и энергии в тяговой сети.
 47. Определение напряжения в тяговой сети до поезда.

Раздел № 5. Качество электрической энергии в системе тягового электроснабжения.

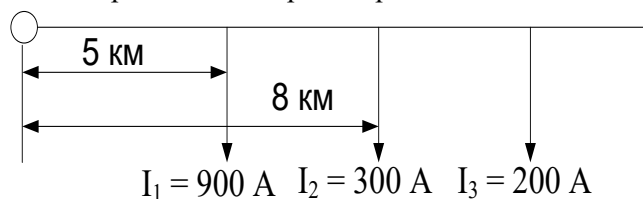
48. Характеристика электрической тяги как потребителя электрической энергии.
 49. Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения.
 50. Показатели качества электроэнергии в системах тягового электроснабжения.
 51. Режим напряжения тяговой сети. Влияние уровня напряжения на условия движения поезда.
 52. Напряжение в тяговой сети постоянного и переменного тока при рекуперации электрической энергии.
 53. Организационные и технические мероприятия по улучшению качества напряжения на токоприемнике электровоза.
 54. Несимметрия токов и напряжений при питании электрической тяги: электротяга переменного тока несимметричный приёмник электроэнергии, основные положения метода симметричных составляющих, показатели несимметрии тока и напряжения, симметричные составляющие тока одной и группы тяговых подстанций.
 55. Влияние несимметрии и несинусоидальности тока и напряжения на работу электрических машин и потери мощности.
 56. Потери мощности в тяговом трансформаторе и питающей сети при несимметричной нагрузке.
 57. Способы симметрирования тока и напряжения питающей сети при питании тяговой нагрузки.
 58. Несинусоидальность тока и напряжения: электротяга переменного тока нелинейный приёмник электроэнергии, гармоники тока и напряжения в системе тягового электроснабжения, показатели несинусоидальности тока и напряжения.
 59. Способы снижения уровня высших гармоник в системе тягового электроснабжения.

Раздел № 6 Выбор параметров системы тягового электроснабжения

65. Принципы выбора параметров системы тягового электроснабжения. Расчетные параметры режима и их назначение. Сравнение вариантов по единовременным и ежегодным расходам.
 66. Принципы выбора номинальной мощности трансформатора тяговой подстанции.
 67. Износ(старение) изоляции трансформатора.
 68. Последовательность расчета мощности трансформатора тяговой подстанции. Нормативы, характеризующие износ изоляции трансформатора.
 69. Выбор сечения проводов контактной сети и проверка ее на нагрев.
 70. Выбор параметров полупроводниковых преобразователей.
 71. Усиление системы тягового электроснабжения. Последовательность усиления.

3.2 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену
 (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Определить потерю напряжения до I_2 . Схема одностороннего питания. Ток постоянный.



$r_{тс} = 0,09 \text{ Ом/км}$
 $r_k = 0,065 \text{ Ом/км}$

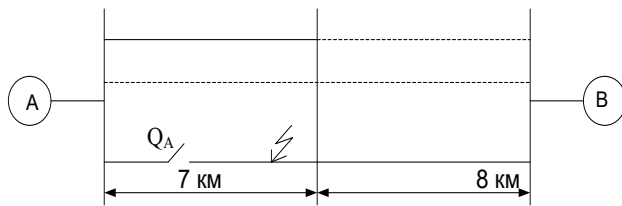
Определить
 $\Delta U_{тс2}$

- 2 Подключить к фазам системы внешнего электроснабжения трансформатор обмотки которого соединены по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания подстанционной зоны, если первичные обмотки трансформатора подключены к фазам САВ, при этом левое плечо тяговой подстанции получает питание от фазы В.

3. Рассчитать сопротивление проводов тяговой сети постоянного тока при $t_{окр\ ср} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, если $r_{20} = 0,158$; $\beta = 0,004 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

4. Вычислить параметры схемы замещения.

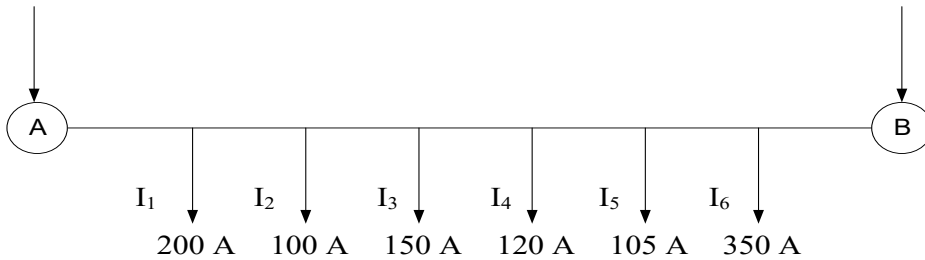
$R_{TCA}; R_{TCB}; R_{TCAB}; R_A, R_B, R_{AB}$



$L_{\Pi\Phi A} = 1 \text{ км};$
 $L_{\Pi\Phi B} = 0.5 \text{ км};$
 $R_3 = 0; R_{\Pi A} = R_{\Pi B} = R_{\Pi} = 0.1390 \text{ м};$
 $q = 4; R = 0.150 \text{ Ом/км};$
 $R_{T2P3} = 0.190 \text{ м}$

5. Определить точку токораздела для схемы:

Если $I_A = 700 \text{ А}$



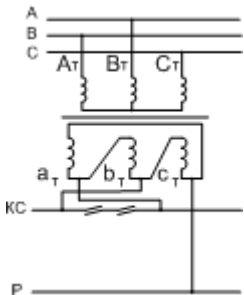
6 Построить диаграмму потерь напряжения в тяговой сети, относительно подстанций А и В, если $\Delta U_{1A} = 4000 \text{ В}; \Delta U_{2A} = 700 \text{ В}; \Delta U_{3A} = 900 \text{ В}; \Delta U_{4B} = 4000 \text{ В}; \Delta U_{5B} = 4000 \text{ В}$
 $U_A > U_B$ на 200В.

7 Подключить к фазам системы внешнего электроснабжения трансформатор обмотки которого соединены по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания подстанционной зоны, если первичные обмотки трансформатора подключены к фазам АВС, при этом левое плечо тяговой подстанции получает питание от фазы А.

8. Рассчитайте ток короткого замыкания при результирующем сопротивлении до точки КЗ в относительных единицах 0,551 и базисном токе $I_g = 502$

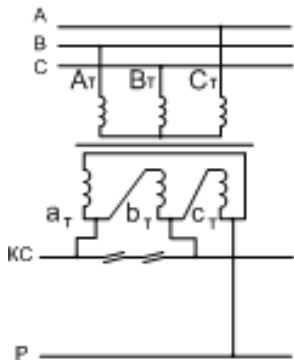
9. Определить графически напряжение на шинах подстанции при заданном напряжении на электровозе и токе электровоза (в общем виде)

10. К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, следующего справа от изображенного на рисунке трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.

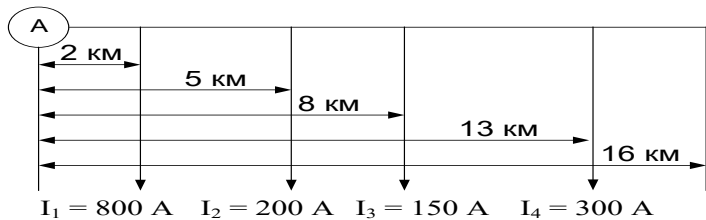


11 К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, слева от изображенного на рисунке трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник», для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны

Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.



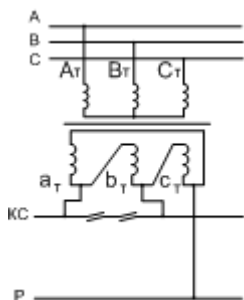
12. Определить потери мощности в проводах контактной сети ($r_k = 0.07 \text{ Ом/км}$) для схемы:



13. Рассчитать сопротивление трансформатора: $S = 40 \text{ МВА}$; $U_{КВ-С} = 17.51\%$;

$$U_{КВ-Н} = 10\%; U_{КС-Н} = 6.7\%;$$

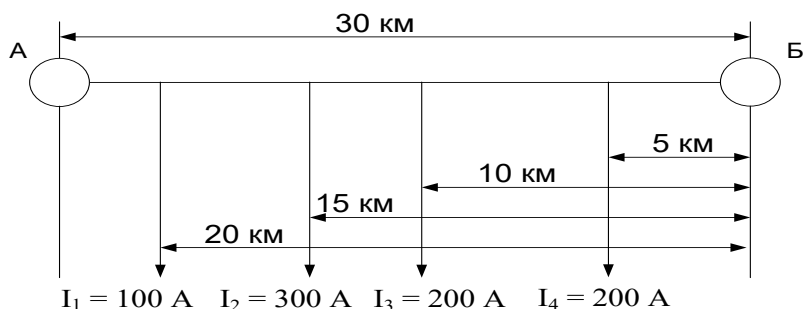
14. К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, следующего справа от изображенного на рисунке, трансформатора, соединённого по схеме «звезда-треугольник» для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.



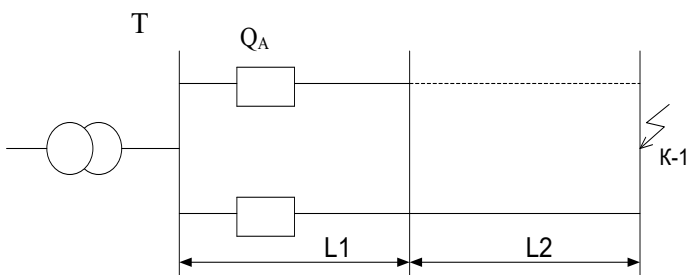
15. Определить потерю линейного напряжения ΔU в ЛЭП $L = 500 \text{ м}$ в Вольтах и % при $U_{ном} = 380 \text{ В}$, $X_{ЛЭП} = 0.145 \text{ Ом}$; $R_{ЛЭП} = 0.164 \text{ Ом}$ и при приложенной в конце ЛЭП нагрузке $I_2 = 100 \text{ А}$, $\cos\varphi_2 = 0.8$ ($\sin\varphi_2 = 0.594$).



16. Найти точку токораздела и токи подстанций.



17. Рассчитать контур к.з. для схемы и ток к.з. (К-1) через выключатель Q:



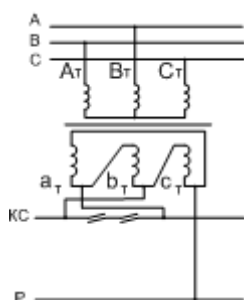
$$Z_{22} = 0.3 \text{ Ом/км};$$

$$X_{C\max} = 2.1 \text{ Ом};$$

$$L_1 = 20 \text{ км}; \quad L_2 = 30 \text{ км};$$

$$U = 28 \text{ кВ}.$$

18. К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, следующего справа от изображенного на рисунке трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.



20. Частота пятой гармоники составляет:

- 1) 50 Гц
- 2) 200 Гц
- 3) 250 Гц

3.3 Типовые контрольные задания для тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Электроснабжение железных дорог»

Компетенция	Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологий компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	<p>Системы электрической тяги, схемы их электроснабжения и технико-экономическое сравнение. Системы тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом.</p>	Система тягового электроснабжения переменного тока, 1х25 кВ, 2х25кВ, постоянного тока 3 кВ и режимы их работы	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Система тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом и режимы ее работы	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Особенности работы систем электроснабжения 2х25	Действие	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологий компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением</p>	<p>Схемы внешнего электроснабжения электрических железных дорог. Схемы электроснабжения электрической тяги железных дорог, нетяговых железнодорожных и нетранспортных</p>	Схемы внешнего электроснабжения электрических железных дорог	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Схемы электроснабжения электрической тяги железных дорог, нетяговых железнодорожных и нетранспортных районных потребителей и	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ

<p>пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	<p>районных потребителей и режимы их работы.</p>	<p>режимы их работы.</p> <p>Схемы питания и секционирования контактной сети постоянного и переменного тока</p>	<p>Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать</p>	<p>Сопrotивление тяговой сети постоянного тока напряжением 3 кВ. Схема замещения тяговой сети и расчет сопротивления. Сопrotивление тяговой цепи переменного тока 1х25 кВ. Сопrotивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Обобщенный метод расчета параметров тяговой цепи. Распределение тока между проводами контактной сети.</p>	<p>Сопrotивление тяговой сети постоянного тока напряжением 3 кВ, Сопrotивление тяговой цепи переменного тока 1х25 кВ</p> <p>Сопrotивление проводов и рельсов на линиях переменного тока</p> <p>Расчет сопротивления тяговой сети постоянного тока. Расчет сопротивления тяговой сети переменного тока.</p>	<p>Знание</p> <p>Знание</p> <p>Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>

<p>знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>				
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию,</p>	<p>Классификация методов расчета систем тягового электроснабжения. Назначение и объем электрических расчетов. Расчет токов при одностороннем питании контактной сети, при двустороннем питании контактной сети. Расчет потерь мощности в тяговой сети постоянного тока.</p>	<p>Классификация методов расчета систем тягового электроснабжения. Назначение и объем электрических расчетов. Расчет токов при одностороннем питании контактной сети, при двустороннем питании контактной сети. Расчет потерь мощности в тяговой сети постоянного тока</p>	<p>Знание Действие Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ 8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ 8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>

эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения				
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	Методы расчета по заданному графику движения поездов	<p>Метод равномерного сечения графика</p> <p>Метод характерных сечений графика</p> <p>Метод непрерывного исследования графика движения поездов</p>	<p>Знание</p> <p>Знание</p> <p>Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов</p>	<p>Определение средних и эффективных токов поездов</p> <p>Определение средних и эффективных поездных токов фидеров</p>	<p>Определение средних и эффективных токов поездов</p> <p>Определение средних и эффективных поездных токов фидеров</p> <p>Порядок расчета средних и эффективных токов поездов и фидеров</p>	<p>Действие</p> <p>Действие</p> <p>Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>

<p>основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>				
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологий компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей</p>	<p>Определение средних и эффективных нагрузок фидеров. Определение нагрузки подстанций по нагрузке фидеров</p>	<p>Нагрузки тяговой подстанции по нагрузке фидеров</p> <p>Расчёт напряжения на шинах подстанции постоянного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции</p> <p>Определение напряжения на токоприёмнике ЭПС при системе тягового постоянного тока 3,3 кВ</p>	<p>Знание</p> <p>Действие</p> <p>Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>

<p>функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>				
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	<p>Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения.</p>	<p>Значения показателей качества электроэнергии</p> <p>Определение числовых характеристик параметров режима системы тягового электроснабжения.</p> <p>Определение напряжения на токоприемнике ЭПС</p>	<p>Знание</p> <p>Действие</p> <p>Действие</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>
<p>ПСК-1.2.</p>	<p>Показатели</p>	<p>Электромагнитной</p>	<p>Знание</p>	<p>8 – ОТЗ</p>

<p>Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологий компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	<p>электромагнитной совместимости электроподвижного состава системы тягового электроснабжения. Режимы напряжения в тяговой сети. Улучшение качества напряжения в тяговой сети.</p>	совместимости электроподвижного состава системы тягового электроснабжения.		8 – 3ТЗ
		Повышение качества электрической энергии в системе электроснабжения установками продольной компенсации	Знание	8 – 0ТЗ 8 – 3ТЗ
		Повышение качества электрической энергии в системе электроснабжения установками поперечной компенсации	Знание	8 – 0ТЗ 8 – 3ТЗ
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологий компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств</p>	<p>Принципы выбора параметров. Расчетные величины параметров и их назначение. Приведенные ежегодные расходы. Сравнение вариантов устройств электроснабжения по одновременным и ежегодным расходам</p>	Принципы выбора параметров. Расчетные величины параметров и их назначение.	Знание	8 – 0ТЗ 8 – 3ТЗ
		Сравнение вариантов устройств электроснабжения по одновременным и ежегодным расходам	Действие	8 – 0ТЗ 8 – 3ТЗ
		Выбор мощности трансформаторов по старению изоляции.	Действие	8 – 0ТЗ 8 – 3ТЗ

<p>тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>				
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений,</p>	<p>Режимы работы системы электроснабжения: при нормальном графике движения, режим сгущения при движении после «окна», режим пропуска тяжеловесных поездов, режим максимальной пропускной способности</p>	<p>Режим сгущения при движении после «окна»</p> <p>Режим пропуска тяжеловесных поездов</p> <p>Режим максимальной пропускной способности</p>	<p>Знание</p> <p>Знание</p> <p>Знание</p>	<p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p> <p>8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ</p>

<p>технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>				
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта, владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	<p>Трёхпроводные тяговые сети: трёхпроводная тяговая сеть с усиливающим проводом; трёхпроводная тяговая сеть с экранирующим и усиливающим проводом</p>	Трёхпроводные тяговые сети	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Трёхпроводная тяговая сеть с усиливающим проводом	Знание	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
		Трёхпроводная тяговая сеть с экранирующим и усиливающим проводом	Знание	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
<p>ПСК-1.2. Способностью применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств</p>	<p>Принципы проектирования развития систем тягового электроснабжения с</p>	Принципы проектирования	Знание	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ
		Расчет напряжения на шинах подстанции постоянного тока и	Действие	9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ

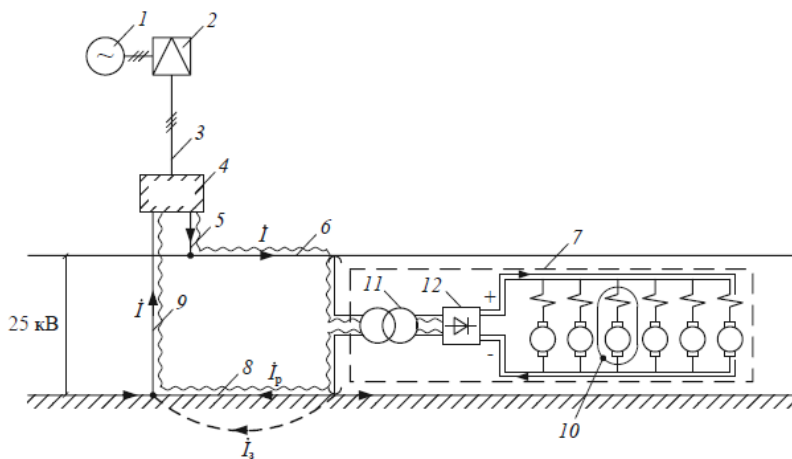
<p>электроснабжения железнодорожного транспорта, владением компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p> <p>ПСК-1.3. Владением методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов</p> <p>ПСК-1.6. способностью демонстрировать знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерностей функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретических основ электрической тяги, техники высоких напряжений, технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию, эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения</p>	<p>учётом роста транспортных перевозок и региональных условий</p>	<p>потерь мощности в трансформаторах подстанции.</p> <p>Расчет несимметрии токов и напряжений на шинах тяговой подстанции переменного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции</p>	<p>Действие</p>	<p>9 – ОТЗ 9 – ЗТЗ</p>
Итого				<p>160 – ОТЗ 160 – ЗТЗ</p>

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде КРИЖТ ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. На рисунке представлена



- А Принципиальная схема системы электроснабжения переменного тока 25 кВ
 Б Принципиальная схема системы электроснабжения постоянного тока
 В Принципиальная схема системы электроснабжения переменного тока 2х25 кВ

2. Основным потребителем электроэнергии в тяговой сети является _____

3. Трехфазная система продольного электроснабжения, в которой от шин 27,5 кВ тяговой подстанции отходят два провода, присоединяемые к разным фазам и подвешиваемые на опорах контактной сети с полевой стороны, а в качестве третьего провода используют рельсы.

- А Система ДПР
 Б СТЭ 2х25 кВ
 В ВЛ 10 кВ

4. Ниже представлены особенности системы переменного тока ___ кВ:

На тяговой подстанции устанавливают однофазные трансформаторы с вторичными обмотками напряжением 50 кВ. Среднюю точку этих обмоток подключают к рельсовой цепи, а крайние – одну к контактной подвеске, другую – к специальному питающему проводу. Этот провод подвешивается параллельно к контактной сети, обычно на тех же опорах.

5. График движения задан в неявном виде, без графического изображения

- А Методы расчета по заданным размерам движения
 Б Методы расчета по заданному графику движения поездов
 В Методы расчета системы электроснабжения на основе имитационной модели ее работы

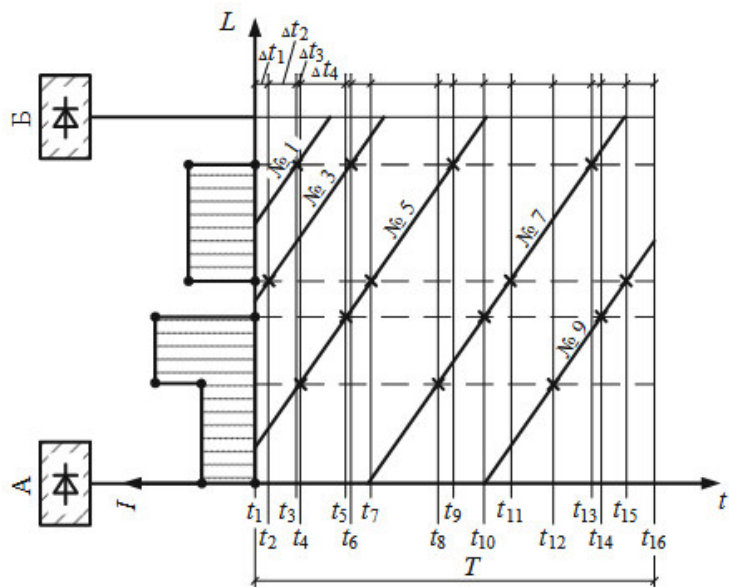
6. В процессе работы трансформатор стареет и скорость его старения, точнее, старение изоляции его _____, зависит от нагрузки.

7. В качестве исходных данных во всех методах расчета СТЭ используются

- А график движения поездов
 Б результаты тяговых расчетов
 В график движения поездов и результаты тяговых расчетов

8. Для одностороннего питания ток поезда полностью равен току _____.

9. На рисунке представлен



А метод характерных сечений графика движения

Б метод равномерного сечений графика движения

В метод непрерывного исследования графика движения

10. Питание контактной сети осуществляется от _____ с помощью фидеров КС

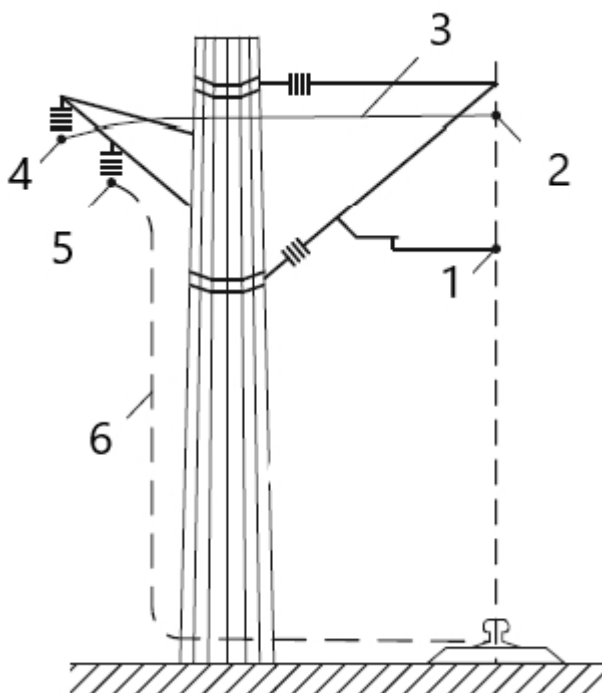
11. Уровень напряжения на токоприемнике ЭПС при постоянном токе должен быть не более

А 4 кВ

Б 2,7 кВ

В 3,3 кВ

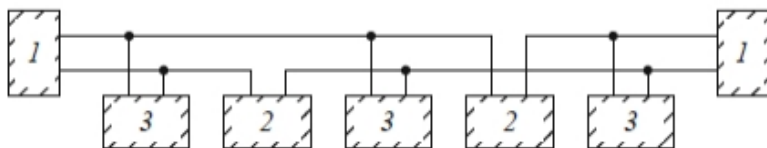
12. Установите соответствие.



А	4	1	усиливающий провод
Б	5	2	экранирующий провод
В	6	3	заземляющий спуск

13. Электрические железные дороги относятся к потребителям _____ категории.

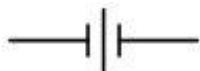
14. На схеме питания тяговых подстанций по двум одноцепным ЛЭП под цифрой 2 представлена.



- А опорная подстанция
- Б транзитная подстанция
- В отпаечная подстанция

15. Питание устройств СЦБ осуществляют по трехфазным трехпроводным линиям напряжением 6 или _____ кВ

16. На рисунке показан секционный _____



17. Провода контактной сети первого и второго пути в зависимости от принятой схемы питания могут иметь параллельную, узловую или раздельную схему соединения.

- А Верно
- Б Неверно

18. Для двухстороннего питания ток поезда распределяется между фидерами смежных подстанций обратно пропорционально _____.

3.4 Типовые контрольные задания по написанию конспекта

Темы конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины:

1. Системы электрической тяги, схемы их электроснабжения и технико-экономическое сравнение. Системы тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом.
2. Схемы внешнего электроснабжения электрических железных дорог. Схемы электроснабжения электрической тяги железных дорог, нетяговых железнодорожных и нетранспортных районных потребителей и режимы их работы.
3. Сопротивление тяговой сети постоянного тока напряжением 3 кВ. Схема замещения тяговой сети и расчет сопротивления. Сопротивление тяговой цепи переменного тока 1х25 кВ. Сопротивление проводов и рельсов на линиях переменного тока. Обобщенный метод расчета параметров тяговой цепи. Распределение тока между проводами контактной сети.
4. Классификация методов расчета систем тягового электроснабжения. Назначение и объем электрических расчетов. Расчет токов при одностороннем питании контактной сети, при двустороннем питании контактной сети. Расчет потери мощности в тяговой сети постоянного тока.
5. Методы расчета по заданному графику движения поездов
6. Определение средних и эффективных токов поездов Определение средних и эффективных поездных токов фидеров
7. Определение средних и эффективных нагрузок фидеров. Определение нагрузки подстанций по нагрузке фидеров
8. Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения.
9. Показатели электромагнитной совместимости электроподвижного состава системы тягового электроснабжения. Режимы напряжения в тяговой сети. Улучшение качества напряжения в тяговой сети.

10. Принципы выбора параметров. Расчетные величины параметров и их назначение. Приведенные ежегодные расходы. Сравнение вариантов устройств электроснабжения по единовременным и ежегодным расходам

11. Режимы работы системы электроснабжения: при нормальном графике движения, режим сгущения при движении после «окна», режим пропуска тяжеловесных поездов, режим максимальной пропускной способности

12. Трёхпроводные тяговые сети: трёхпроводная тяговая сеть с усиливающим проводом; трёхпроводная тяговая сеть с экранирующим и усиливающим проводом

13. Принципы проектирования развития систем тягового электроснабжения с учётом роста транспортных перевозок и региональных условий

3.5 Перечень лабораторных работ и требования к их защите

Комплексная лабораторная работа №1 на тему: «Исследование влияния постов секционирования, пунктов параллельного соединения, компенсирующих установок на уровень напряжения, нагрев проводов, потери тяговой сети и пропускную способность двухпутного участка железной дороги переменного тока с использованием программных комплексов

Контрольные вопросы:

- 1 От чего зависит величина потери мощности в тяговой сети?
- 2 Какие схемы питания тяговой сети двухпутного участка имеют наименьшие потери мощности?
- 3 Как включение ППС влияет на величину потери мощности? С чем это связано?
- 4 Какие схемы питания тяговой сети существуют? Сравните их по надежности, техническим и экономическим показателям.
- 5 В чем состоит назначение постов секционирования и пунктов параллельного соединения?
- 6 От чего зависит степень уменьшения потерь энергии и напряжения при введении в схему поперечных соединений?
- 7 При каких условиях двустороннее питание не вызовет улучшения технико-экономических показателей фидерной зоны?
- 8 Вынужденный режим работы системы электроснабжения.
- 9 Примеры вынужденного режима работы СТЭ.
- 10 Потери мощности в тяговой сети.
- 11 Назначение продольной емкостной компенсации.
- 12 Места установки продольной емкостной компенсации.
- 13 Принцип действия продольной емкостной компенсации.

Комплексная лабораторная работа №2 на тему: «Сравнительный анализ систем тягового электроснабжения однофазного переменного тока 1х25 кВ и 2х25 кВ с использованием программных комплексов»

- 1 Назовите способы снижения несимметрии токов в питающей сети.
- 2 Начертите и поясните схему «встречного винта»
- 3 Коэффициент несимметрии
- 4 Способы повышения напряжения на токоприемнике электровозов.
- 5 Допустимые диапазоны изменения напряжения на токоприемнике электровозов.
- 6 Эффективность мероприятий, выполненных в ходе лабораторной работы, с точки зрения повышения напряжения на токоприёмниках электровозов.
- 7 Причины несимметрии токов и напряжений во внешней сети.
- 8 Типы и схемы соединения трансформаторов тяговых подстанций.
- 9 Определение коэффициента несимметрии токов.
- 10 Способы повышения коэффициента мощности.
- 11 Принцип действия установки поперечной компенсации.
- 12 Параметры выбора установки поперечной компенсации.

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Конспект	<p>Преподаватель не менее, чем за неделю до срока выполнения конспекта должен довести до сведения обучающихся тему конспекта и указать необходимую учебную литературу. Темы и перечень необходимой учебной литературы выложены в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Конспект должен быть выполнен в установленный преподавателем срок. Конспекты в назначенный срок сдаются на проверку</p>
Защита лабораторной работы	<p>Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. Лабораторные работы представляют собой самостоятельное выполнение студентом под контролем преподавателя конкретных практических заданий, которые охватывают содержание учебной дисциплины.</p> <p>Отчет по лабораторным работам составляется каждым студентом.</p> <p>Структура отчета по лабораторным работам:</p> <ul style="list-style-type: none"> — цель и задачи лабораторной работы; — программа лабораторной работы; — перечень использованного оборудования, приборов, вычислительной техники; — методика исследований, измерений; — обработка результатов; — анализ результатов и выводов по работе. <p>Студент, выполнивший лабораторную работу, оформивший по ней отчет, допускается к защите лабораторной работы.</p> <p>Защита лабораторных работ проводится по мере их выполнения в часы занятий, отведенные на выполнение лабораторных работ.</p> <p>Опрос студента преподавателем проводится в рамках темы лабораторной работы.</p>
Курсовая работа	<p>Обучающийся обязан представить на проверку руководителю окончательный вариант курсовой работы не менее чем за 7 дней до назначенной даты защиты курсовых работ. Руководитель проверяет представленную курсовую работу в срок не более 5 дней. Руководитель должен дать письменный отзыв на работу и на титульном листе работы сделать надпись: «Курсовая работа допущена к защите» или «Курсовая работа к защите не допущена». Курсовая работа допускается к защите при условии соответствия его содержания и оформления требованиям, сформулированным в методических указаниях и соблюдения сроков предоставления. Основанием для недопуска курсовой работы к защите является несоответствие работы требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению. В ходе подготовки к защите курсовой работы обучающийся готовит выступление, в котором должны быть сформулированы основные результаты.</p> <p>Защита курсовой работы осуществляется в устной форме. Продолжительность защиты, как правило, не превышает 20 минут. По результатам защиты выставляется дифференцированный зачет, определяемый оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».</p>
Тест	<p>Тестирования, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Тестирование проводится с использованием компьютерных технологий. Варианты тестовых заданий формируются случайно из базы ТЗ. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено</p>

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена) составляется перечень вопросов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов к экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); четвертое практическое задание для оценки навыков и опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырех балльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

Образец экзаменационного билета

 20.... - 20.... уч. год	Экзаменационный билет № ____ по дисциплине «Электроснабжение железных дорог» __9__ семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «СОД» КриЖТ ИрГУПС _____
<ol style="list-style-type: none">1. Выбор номинальной мощности трансформаторов. Факторы старения изоляции. Допустимые перегрузки.2. Тяговый расчет. Исходные данные. Результаты расчета.3. Задача		

Составитель _____ Н.И. Авдеёнок