

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказом ректора

от «25» мая 2018 г. № 414-1

## Б1.Б.1.ДС.04 Тяговые электрические машины

### рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – №3 Электрический транспорт железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Электроподвижной состав

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Формы промежуточной аттестации в курсах:

Часов по учебному плану – 108

зачет 4, курсовая работа 4

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
– лекции	4	4
– практические (семинарские)	4	4
– лабораторные	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>92</b>	<b>92</b>
<b>Зачет</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

ИРКУТСК

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 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (уровень специалитета), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1295, и на основании учебного плана по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация «Электрический транспорт железных дорог», утвержденного Учёным советом ИрГУПС от 21.08.2018 г. протокол № 16.

Программу составил(и):

к.т.н., старший преподаватель А.О. Линьков

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог на заседании кафедры «Электроподвижной состав».

Протокол от «21» августа 2018 г. № 20

Срок действия программы: 2018-2024 уч. г.

Зав. кафедрой, д.т.н, доцент

О.В. Мельниченко

Согласовано

Директор библиотеки

С.М. Солянова

Рецензенты из числа основных работодателей:

Восточно-Сибирская дирекция тяги – структурное подразделение Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД»

Заместитель начальника по эксплуатации

М.В. Воротилкин

Филиал «Восточно-Сибирский» ООО «ТМХ-Сервис»

Директор

М.С. Дудников

Восточно-Сибирская дирекция моторвагонного подвижного состава – структурное подразделение Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава – филиала ОАО «РЖД»

Начальник

В.В. Дурных

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цели освоения дисциплины

1	Изучение обучающимися теории работы, особенностей конструкции и эксплуатации, рабочих характеристик, методов испытания и расчета основных типов тяговых электрических машин (ТЭМ) электроподвижного состава (ЭПС).
2	Получение необходимых знаний и навыков самостоятельного анализа условий и показателей работы ТЭМ различного назначения, в том числе тяговых электродвигателей (ТД) и электродвигателей вспомогательных машин (ВМ).
3	Обобщение опыта передовых локомотивных депо электрифицированных железных дорог и локомотивостроительных предприятий по дальнейшему совершенствованию конструкции, режимов эксплуатации, технического обслуживания и текущего ремонта ТЭМ на базе использования последних достижений науки и техники, в том числе компьютерных технологий.

### 1.2 Задачи освоения дисциплины

1	Ознакомление обучающихся с основными положениями теории работы современных и перспективных видов ТЭМ постоянного, пульсирующего и переменного тока; ознакомление с конструкцией, конструкционными и электротехническими (проводниковыми, изоляционными, магнитными) материалами, основами технологии изготовления ТЭМ.
2	Овладение общими принципами проектирования ТЭМ и их узлов при максимальном использовании мощности и допустимом нагревании, расчета их основных параметров и характеристик, методами их испытаний и технической диагностики; организации эксплуатации, технического обслуживания и текущего ремонта ТЭМ с использованием современных технологий, материалов и передового опыта.
3	Освоение методик теоретического анализа особенностей поведения и причин отказов ТЭМ применительно к реальным условиям эксплуатации и регулирования режимов их работы, разработки мероприятий по устранению этих причин.

### 1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины

#### Научно-образовательное воспитание обучающихся

Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.

Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:

- формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;
- создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;
- популяризация научных знаний среди обучающихся;
- содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;
- создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;
- совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности

#### 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 психологии 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 ОПОП

### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося

1	Б1.Б.1.20 Общий курс железнодорожного транспорта
2	Б1.Б.1.11 Физика
3	Б1.Б.1.30 Подвижной состав железных дорог
4	Б1.Б.1.10 Математика
5	Б1.Б.1.29 Детали машин и основы конструирования
6	Б1.Б.1.26 Электрические машины

### 2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее

1	Б1.В.ДВ.04.01 Курсы помощников машинистов
2	Б1.Б.1.34 Производство и ремонт подвижного состава
3	Б1.В.02 Системы управления электроподвижным составом
4	Б1.В.03 Теория электрической тяги
5	Б1.В.04 Бесколлекторный привод электроподвижного состава
6	Б1.В.ДВ.03.02 Математическое моделирование электромеханических систем электроподвижного состава
7	Б1.В.ДВ.03.01 Моделирование электромеханических цепей методами matlab
8	Б2.Б.06(Пд) Производственная - преддипломная практика
9	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### **3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**ПСК-3.1: способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо), проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества**

#### **Минимальный уровень освоения компетенции**

Знать	Особенности эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тяговых электрических машин.
Уметь	Организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт ТЭМ ЭПС.
Владеть	Методами рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ТЭМ ЭПС.

#### **Базовый уровень освоения компетенции**

Знать	Показатели качества и надежности тяговых электрических машин.
Уметь	Решать задачи по поиску неисправностей ТЭМ.
Владеть	Навыками проектирования ТЭМ с использованием информационных технологий.

#### **Высокий уровень освоения компетенции**

Знать	Диагностические комплексы тяговых электрических машин.
Уметь	Анализировать причины возникновения неисправностей ТЭМ ЭПС.
Владеть	Навыками оценки влияния ТЭМ на безопасность движения поездов с использованием информационных технологий и диагностических комплексов.

**ПСК-3.3: способностью демонстрировать знания устройства, принципа работы, характеристики тяговых электрических машин, владением способами выполнения проектировочных расчетов и конструкторских разработок элементов тяговых электрических машин, способностью организовывать эксплуатацию, обслуживание и ремонт тяговых электрических машин локомотивов с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта, проводить анализ особенностей поведения и причин отказов тяговых электрических машин локомотивов применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам регулирования, способностью проводить различные виды испытаний электрических машин локомотивов, давать обоснованные заключения об уровне их работоспособности, владением методами испытания и технической диагностики тяговых электрических машин электроподвижного состава**

#### **Минимальный уровень освоения компетенции**

Знать	Устройство, принцип работы и характеристики ТЭМ.
Уметь	Выполнять проектировочные расчеты и конструкторские разработки элементов ТЭМ, расчет их характеристик.
Владеть	Методами рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ТЭМ.

#### **Базовый уровень освоения компетенции**

Знать	Методы проектирования ТЭМ, технологии изготовления, испытаний, обслуживания и ремонта.
Уметь	Организовывать рациональную эксплуатацию, обслуживание, ремонт и испытания ТЭМ с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта.
Владеть	Навыками проектирования, испытания и технической диагностики тяговых электрических машин ЭПС, определения эксплуатационных показателей их работы.

#### **Высокий уровень освоения компетенции**

Знать	Методы анализа работы ТЭМ и причин их отказов.
Уметь	Давать обоснованные заключения об уровне работоспособности и выявлять причины отказов ТЭМ.
Владеть	Методами анализа особенностей поведения и причин отказов ТЭМ применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам регулирования работы ЭПС.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	Теорию работы, особенности конструкции и эксплуатации, рабочие характеристики, методы испытаний и технической диагностики ТЭМ.

2	Общие принципы проектирования, расчет основных параметров и характеристик ТЭМ.
3	Принципы организации эксплуатации, технического обслуживания и текущего ремонта тяговых электрических машин электроподвижного состава с использованием современных технологий, материалов и передового опыта.
<b>Уметь</b>	
1	Выполнять проектировочные расчеты и конструкторские разработки элементов ТЭМ, расчет их характеристик.
2	Организовывать рациональную эксплуатацию, обслуживание, ремонт и испытания ТЭМ с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта.
3	Давать обоснованные заключения об уровне работоспособности и выявлять причины отказов ТЭМ.
<b>Владеть</b>	
1	Навыками проектирования, испытаний и технической диагностики тяговых электрических машин ЭПС, определения эксплуатационных показателей работы.
2	Приемами рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ТЭМ.
3	Методами анализа особенностей поведения и причин отказов ТЭМ применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам работы ЭПС.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	<b>Раздел 1. Общие сведения о тяговых электрических машинах</b>				
1.1	Общие сведения по тяговым электрическим машинам. Условия работы ТЭМ. Технические требования по ГОСТ 2582-2013. Номинальные и предельные параметры ТЭМ. Области применения ТД. /Лек/	4	1	ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2
1.2	Исследование конструкций современных тяговых электрических машин. /Пр/	4	1	ПСК-3.3	Л1.1 Л2.3
1.3	Виды и программы испытаний тяговых машин. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2
1.4	Расчет основных параметров ТЭД и тяговой передачи (курсовая работа). /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л2.1 Л2.2 Л3.1
1.5	Проработка лекционного материала. /Ср/	4	1	ПСК-3.3	Л1.1 Э2 Э3
	<b>Раздел 2. Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока</b>				
2.1	Свойства и характеристики ТЭМ постоянного тока. Способы регулирования скорости. Потери и КПД тяговых двигателей. Степень насыщения магнитной системы ТЭМ. Регулировочные свойства ТЭМ. /Лек/	4	1	ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2 Э3 Э1
2.2	Особенности работы ТЭМ в эксплуатационных условиях. Переходные процессы. Особенности коммутации ТЭМ постоянного тока. Коммутация при переходных процессах. Потенциальные условия на коллекторе ТЭМ, их зависимость от режима работы. Пути улучшения потенциальных условий. Компенсационная обмотка. Круговой огонь на коллекторе ТЭМ. /Лек/	4	2	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.2
2.3	Тяговые двигатели пульсирующего тока. Особенности работы ТЭМ при питании от выпрямителя. Особенности коммутации ТЭМ пульсирующего тока. Потери и КПД ТЭМ. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2 Л1.1
2.4	Конструкция якоря ТД и его обмотки. Понятие о механическом расчете деталей ТД. Конструкция коллектора и щеточного аппарата, главных и добавочных полюсов, компенсационной обмотки, подшипников и подшипниковых щитов ТД. /Ср/	4	4	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.1 Л2.3
2.5	Нагревание и охлаждение ТД. Классы изоляции по нагревостойкости. Тепловые схемы для расчета нагревания ТД. Вентиляция ТД, понятие о расчете вентиляции. Аэродинамические характеристики ТД. /Ср/	4	3	ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л2.4
2.6	Системы нагружения испытуемых машин. /Лаб/	4	1	ПСК-3.3	Л1.2
2.7	Исследование коммутации двигателя методом	4	2	ПСК-3.3	Л1.2

	безыскровых зон. /Ср/				
2.8	Опытное определение потерь и коэффициента полезного действия двигателя. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2
2.9	Испытания двигателя на нагревание. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2
2.10	Расчет активного слоя якоря (курсовая работа). /Пр/	4	1	ПСК-3.3	Л2.2 Л2.1
2.11	Расчет магнитной цепи двигателя (курсовая работа). /Пр/	4	1	ПСК-3.3	Л2.2
2.12	Расчет компенсационной обмотки тягового двигателя (курсовая работа). /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л2.2
2.13	Магнитодвижущая сила обмотки возбуждения главного полюса. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л2.2
2.14	Расчет коммутации и добавочного полюса (курсовая работа). /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л2.1
2.15	Проработка лекционного материала. /Ср/	4	5	ПСК-3.3	Л1.2
2.16	Исследование тяговых электрических машин электровозов ВЛ10, ВЛ11, ВЛ15. /Ср/	4	3	ПСК-3.3	Л2.3 Э1
2.17	Исследование тяговых электрических машин электровозов ВЛ60, ВЛ80, ВЛ85, 2ЭС5К, ЭП1. /Ср/	4	3	ПСК-3.3	Л2.3 Э1 Э2
2.18	Исследование тяговых электрических машин электровозов 2ЭС4К, 2ЭС6, ЭП2К. /Ср/	4	3	ПСК-3.3	Л1.1 Э1
2.19	Исследование тяговых электрических машин электровозов ЧС2, ЧС6, ЧС7, ЧС200. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.1 Э1
	<b>Раздел 3. Бесколлекторные тяговые двигатели, вспомогательные машины и трансформаторы</b>				
3.1	Бесколлекторные ТД. Асинхронные, синхронные (вентильные ВД), линейные ТД. Принципы регулирования режимов работы АД, ВД. Особенности работы частотнорегулируемого АД. Вспомогательные машины ЭПС постоянного и переменного тока. /Ср/	4	3	ПСК-3.3	Л1.2 Л1.1 Л2.3 Э1
3.2	Тяговые трансформаторы, условия их работы, особенности конструкции, расчета и технологии изготовления /Ср/	4	2	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.2 Л2.3 Э1
3.3	Снятие характеристики намагничивания при холостом ходе и нагрузочных характеристик двигателя. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2
3.4	Электромеханические характеристики двигателя. /Лаб/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2
3.5	Исследование вентиляции ТЭМ. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.2
3.6	Расчет и построение электромеханических характеристик тягового двигателя (курсовая работа). /Пр/	4	1	ПСК-3.3	Л2.2
3.7	Расчет потерь и КПД двигателя (курсовая работа). /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л2.2
3.8	Проработка лекционного материала. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2
3.9	Исследование тяговых электрических машин электровозов 2ЭС10, 2ЭС5. /Ср/	4	4	ПСК-3.3	Э1
3.10	Исследование тяговых электрических машин электровозов ЭП10, ЭП20, ЭП200. /Ср/	4	4	ПСК-3.3	Э1
3.11	Исследование тяговых электрических машин электровозов ЧС4, ЧС8. /Ср/	4	4	ПСК-3.3	Э1
3.12	Исследование тяговых электрических машин электропоездов ЭР2, ЭР22, ЭР200, ЭТ2, ЭД4. /Ср/	4	4	ПСК-3.3	Э1
	<b>Раздел 4. Эксплуатация, обслуживание и ремонт ТЭМ локомотивов</b>				
4.1	Организация эксплуатации ТЭМ. Современные технологии изготовления и ремонта тяговых электрических машин с использованием передового опыта. /Ср/	4	2	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2
4.2	Анализ особенностей поведения и причин отказов ТЭМ локомотивов применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам работоспособности. Мероприятия по повышению надежности ТЭМ. /Ср/	4	2	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2
4.3	Контроль состояния изоляции ТЭМ. /Лаб/	4	1	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.2 Л2.4
4.4	Определение технико-экономических показателей ТЭД. Тепловой расчет одной из обмоток двигателя. Механический расчет детали двигателя (курсовая	4	2	ПСК-3.3	Л2.2

	работа). /Ср/				
4.5	Проработка лекционного материала. /Ср/	4	3	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.1
4.6	Исследование тяговых электрических машин электропоездов ЭР9, ЭД9. /Ср/	4	2	ПСК-3.3	Э1
4.7	Подготовка к зачету и защите курсовой работы. /Ср/	4	10	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2 Э1
5	Зачет. /З/	4	4	ПСК-3.1 ПСК-3.3	Л1.1 Л1.2 Э1

## 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 дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

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% онлайн
Л1.1	Щербаков В.Г., Петрушин А.Д., Хоменко Б.И., Седов В.И., Пахомин С.А., Щербаков В.Г.	Тяговые электрические машины: учеб. для студентов вузов ж.-д. трансп.	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2016	80
		Тяговые электрические машины: учеб. для студентов вузов ж.-д. трансп. <a href="https://e.lanbook.com/book/90909">https://e.lanbook.com/book/90909</a>		100% онлайн
Л1.2	Захарченко Д.Д.	Тяговые электрические машины: учеб. для вузов ж.-д. трансп.	М.: Транспорт, 1991	93

#### 6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Курбасов А.С., Седов В.И., Сорин Л.Н., Курбасов А.С.	Проектирование тяговых электродвигателей: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: Транспорт, 1987	43
Л2.2	Находкин М.Д.	Проектирование тяговых электрических машин: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: Транспорт, 1976	5
Л2.3	Дубровский З.М., Попов В.И., Тушканов Б.А.	Грузовые электровозы переменного тока: Справочник	М.: Транспорт, 1998	26
Л2.4	Исмаилов Ш.К., Смирнов В.П., Худоногов А.М.	Диагностирование изоляции тяговых электродвигателей локомотивов и обеспечение оптимального температурно-влажностного режима ее эксплуатации: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2012	44
		Диагностирование изоляции тяговых электродвигателей локомотивов и обеспечение оптимального температурно-влажностного режима ее эксплуатации: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. <a href="https://e.lanbook.com/book/4170">https://e.lanbook.com/book/4170</a>		100% онлайн

#### 6.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Коноваленко Д.В.,	Проектирование тягового электродвигателя:	Иркутск:	148

	Худоногов А.М., Смирнов В.П.	метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Тяговые электрические машины"	ИрГУПС, 2009	
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Линьков А.О.	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Тяговые электрические машины»	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
Л4.2	Линьков А.О., Мельниченко О.В.	Методические указания к выполнению курсовой работы «Проектирование тяговых электрических машин»	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	Руководства по эксплуатации электровозов и электропоездов ( <a href="http://prolokomotiv.ru/rukovodstvo-po-ekspluatacii">http://prolokomotiv.ru/rukovodstvo-po-ekspluatacii</a> )			
Э.2	Электронная библиотечная система «Лань» ( <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> )			
Э.3	«Университетская библиотека ONLINE» ( <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> )			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844.			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a> .			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	Не требуется.			
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	Специализированные периодические издания: "Локомотив", "Вестник ВЭЛНИИ", "Мир транспорта", "Железные дороги мира".			
6.3.3.2	Научная библиотека Иркутского государственного университета путей сообщения <a href="http://www.irgups.ru/ntb">http://www.irgups.ru/ntb</a> .			
6.3.3.3	Справочная правовая система "КонсультантПлюс".			
6.3.3.4	Базы данных Дирекций по ремонту локомотивов Восточно-Сибирской, Красноярской и Западно-Сибирской железных дорог (ООО "ТМХ-сервис", ООО "Локомотивные технологии").			
6.3.3.5	Поисковые системы Интранет (ОАО "РЖД"), Google, Яндекс, Irbis и др.			
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>				
6.4.1	Не требуется.			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, 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, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.
3	Учебная лаборатория «Тяговые электрические машины» (Е-207). Оснащение лаборатории: лабораторные стенды для испытаний двигателей постоянного тока методом взаимной нагрузки; лабораторный стенд для исследования способов защиты ТЭМ (токовая, тепловая); компьютер, проектор, экран для показа слайдов и презентаций.
4	Учебная лаборатория «Бесколлекторный привод электроподвижного состава» (Е-02). Оснащение лаборатории: пульт управления вспомогательными машинами ЭПС; преобразователь частоты и числа фаз ПЧФ-177; фазорасщепитель НБ-455; асинхронный вспомогательный электродвигатель АНЭ225 привода вентиляторов, компрессоров, а так же выполняющий функции фазорасщепителя электровоза ВЛ85; лабораторный стенд для исследования аэродинамических характеристик; демонстрационные стенды отказов тяговых электродвигателей НБ-418К6, НБ-514; демонстрационные стенды отказов асинхронных вспомогательных двигателей АЭ92-4 и АНЭ225.
5	Мини-депо (Е-00). Оснащение мини-депо: препарированный тяговый электродвигатель НБ-514, установленный в тележке электровоза ВЛ85; тяговый двигатель НБ-514, установленный в тележке



	электровоза ВЛ85; тяговые двигатели РТ- 51Д электропоезда ЭР9П, установленные в тележке моторного вагона; тяговые двигатели РТ-51Д, установленные на постаментax; траверса тягового электродвигателя НБ-418К6 с комплектом щеткодержателей и электрощёток; якорь тягового двигателя НБ-418К6, установленный на стенде для сушки изоляции.
6	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читальные залы;</li> <li>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.</li> </ul> <p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.</p>

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.</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 (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции).</p>
Практические (семинарские) занятия	<p>Подготовка обучающегося по теме практического занятия с использованием учебно-методического материала практических занятий и учебно-методического материала самостоятельной работы обучающегося в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Изучение назначения, устройства и принципа действия оборудования. Выполнение расчетов параметров, характеристик оборудования. Ответы на контрольные вопросы.</p>
Лабораторная работа	<p>На лабораторном занятии проводится текущий контроль, позволяющий 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. Учебное занятие, в рамках которого осуществляется эксперимент, с применением методов, освоенных на лекциях, направленный на успешное освоение учебной программы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения. Необходимо исходить из требований к уровню самостоятельности выпускников, чтобы этот уровень был, достигнут за годы обучения. Проработка лекционного материала. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.Б.1.ДС.04 «Тяговые электрические машины»**

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Электроподвижной состав» 21.08.2018 г., протокол № 20 с участием основных работодателей: Восточно-Сибирская дирекция тяги – структурное подразделение Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД»; Филиал «Восточно-Сибирский» ООО «ТМХ-Сервис»; Восточно-Сибирская дирекция моторвагонного подвижного состава – структурное подразделение Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава – филиала ОАО «РЖД».

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

Дисциплина «Тяговые электрические машины» участвует в формировании компетенции:

**ПСК-3.1:** способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо), проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества;

**ПСК-3.3:** способностью демонстрировать знания устройства, принципа работы, характеристики тяговых электрических машин, владением способами выполнения проекторочных расчетов и конструкторских разработок элементов тяговых электрических машин, способностью организовывать эксплуатацию, обслуживание и ремонт тяговых электрических машин локомотивов с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта, проводить анализ особенностей поведения и причин отказов тяговых электрических машин локомотивов применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам регулирования, способностью проводить различные виды испытаний электрических машин локомотивов, давать обоснованные заключения об уровне их работоспособности, владением методами испытания и технической диагностики тяговых электрических машин электроподвижного состава.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПСК-3.1, ПСК-3.3  
при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПСК-3.1	способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо), проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества	Б1.Б.1.ДС.01 Системы менеджмента качества при эксплуатации и обслуживании электроподвижного состава	5	3
		Б1.Б.1.ДС.02 Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации электроподвижного состава	6	4
		Б1.Б.1.ДС.04 Тяговые электрические машины	4	1
		Б1.Б.1.ДС.05 Тяговые аппараты и электрическое оборудование	4	1
		Б1.Б.1.ДС.06 Электронные преобразователи для электроподвижного состава	5	3
		Б1.В.04 Бесколлекторный привод электроподвижного состава	6	4
		Б2.Б.04(П) Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (эксплуатационная)	4	2
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	5

ПСК-3.3	<p>способностью демонстрировать знания устройства, принципа работы, характеристики тяговых электрических машин, владением способами выполнения проектировочных расчетов и конструкторских разработок элементов тяговых электрических машин, способностью организовывать эксплуатацию, обслуживание и ремонт тяговых электрических машин локомотивов с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта, проводить анализ особенностей поведения и причин отказов тяговых электрических машин локомотивов применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам регулирования, способностью проводить различные виды испытаний электрических машин локомотивов, давать обоснованные заключения об уровне их работоспособности, владением методами испытания и технической диагностики тяговых электрических машин электроподвижного состава</p>	Б1.Б.1 ДС.04 Тяговые электрические машины	4	1
		Б1.В.04 Бесколлекторный привод электроподвижного состава	6	2
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	3

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПСК-3.1, ПСК-3.3  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПСК-3.1	<p>способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо), проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и</p>	<p>Раздел 2. Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока Раздел 3. Бесколлекторные тяговые двигатели, вспомогательные машины и трансформаторы Раздел 4. Эксплуатация, обслуживание и ремонт ТЭМ локомотивов</p>	Минимальный уровень	<p>Знать: особенности эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тяговых электрических машин</p> <p>Уметь: организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт ТЭМ ЭПС</p> <p>Владеть: методами рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ТЭМ ЭПС</p>
			Базовый уровень	<p>Знать: показатели качества и надежности тяговых электрических машин</p>
				<p>Уметь: решать задачи по поиску неисправностей ТЭМ</p> <p>Владеть: навыками проектирования ТЭМ с использованием информационных технологий</p>
			Высокий	<p>Знать: диагностические комплексы тяговых</p>

	систем менеджмента качества		уровень	<p>электрических машин</p> <p>Уметь: анализировать причины возникновения неисправностей ТЭМ ЭПС</p> <p>Владеть: навыками оценки влияния ТЭМ на безопасность движения поездов с использованием информационных технологий и диагностических комплексов</p>
ПСК-3.3	<p>способностью демонстрировать знания устройства, принципа работы, характеристики тяговых электрических машин, владением способами выполнения проектировочных расчетов и конструкторских разработок элементов тяговых электрических машин, способностью организовывать эксплуатацию, обслуживание и ремонт тяговых электрических машин локомотивов с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта, проводить анализ особенностей поведения и причин отказов тяговых электрических машин локомотивов применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам регулирования, способностью проводить различные виды испытаний электрических машин локомотивов, давать обоснованные заключения об уровне их работоспособности, владением методами испытания и технической диагностики тяговых электрических машин электроподвижного состава</p>	<p>Раздел 1. Общие сведения о тяговых электрических машинах</p> <p>Раздел 2. Тяговые электрические машины постоянного и пульсирующего тока</p> <p>Раздел 3. Бесколлекторные тяговые двигатели, вспомогательные машины и трансформаторы</p> <p>Раздел 4. Эксплуатация, обслуживание и ремонт ТЭМ локомотивов</p>	Минимальный уровень	<p>Знать: устройство, принцип работы и характеристики ТЭМ</p> <p>Уметь: выполнять проектировочные расчеты и конструкторские разработки элементов ТЭМ, расчет их характеристик</p> <p>Владеть: методами рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта ТЭМ</p>
			Базовый уровень	<p>Знать: методы проектирования ТЭМ, технологии изготовления, испытаний, обслуживания и ремонта</p> <p>Уметь: организовывать рациональную эксплуатацию, обслуживание, ремонт и испытания ТЭМ с использованием современных технологий, конструкционных материалов и передового опыта</p> <p>Владеть: навыками проектирования, испытания и технической диагностики тяговых электрических машин ЭПС, определения эксплуатационных показателей их работы</p>
				<p>Знать: методы анализа работы ТЭМ и причин их отказов</p> <p>Уметь: давать обоснованные заключения об уровне работоспособности и выявлять причины отказов ТЭМ</p> <p>Владеть: методами анализа особенностей поведения и причин отказов ТЭМ применительно к реальным условиям их эксплуатации и режимам регулирования работы ЭПС</p>
			Высокий уровень	

**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	Тема: «Системы нагружения испытуемых машин»	ПСК-3.3 Защита лабораторной работы (письменно)
2	Текущий контроль	Тема: «Электромеханические характеристики двигателя»	ПСК-3.3 Защита лабораторной работы (письменно)
3	Текущий контроль	Тема: «Контроль состояния изоляции ТЭМ»	ПСК-3.3 Защита лабораторной работы (письменно)
4	Текущий контроль	Все разделы	ПСК-3.1, ПСК-3.3 Тестирование (компьютерные технологии)
5	Промежуточная аттестация – курсовая работа	Все разделы	ПСК-3.1, ПСК-3.3 Защита курсовой работы (устно)
6	Промежуточная аттестация – зачет	Все разделы	ПСК-3.1, ПСК-3.3 Собеседование (устно)

**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 заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств сформированности компетенций представлен в нижеследующей таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	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
2	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
<b>Промежуточная аттестация</b>			
1	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся	Типовое задание на курсовую работу

		самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	
2	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений навыками обучающихся	Комплект теоретических вопросов и практических заданий к зачету

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и курсовой работы, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

**Зачет**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	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
	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
	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
«не зачтено»	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

**Курсовая работа**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта (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. Программа демонстрирует устойчивую работу на тестовых наборах исходных данных, подготовленных обучающимся, но обрабатывает не все исключительные ситуации. При защите курсового проекта (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
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта (работы). 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. Программа работает неустойчиво, не обрабатывает исключительные ситуации, тестовые наборы исходных данных не подготовлены. При защите курсового проекта (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
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта (работы). Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Программа не разработана и/или находится в нерабочем состоянии. При защите курсового проекта (работы) обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала.  Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

### **Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

#### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.  Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки



### Критерии оценки результатов тестирования

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся при тестировании набрал 93-100 баллов	Высокий
«хорошо»	Обучающийся при тестировании набрал 76-92 баллов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся при тестировании набрал 60-75 баллов	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при тестировании набрал 0-59 баллов	Компетенция не сформирована

### Структура теста

Тестовые задания	Количество тестовых заданий в тесте	Количество баллов за одно тестовое задание
Тестовые задания для оценки знаний	8	3
Тестовые задания для оценки умений	6	6
Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности	4	10
Итого	18 ТЗ в тесте	Максимальный балл за тест – 100

Содержание тестовых заданий, представленных в системе дистанционного обучения Ир-ГУПС определяется как отображение учебной дисциплины в тестовой форме. Тестирование включает в себя все основные разделы дисциплины в виде познавательных заданий, направленных как на усвоение знаний, так и на интеллектуальное развитие обучающихся. Точность содержания тестовых заданий обеспечивается использованием терминов, формул, исключением метафор и неадекватной лексики. Краткость тестирования достигается тщательным подбором слов, символов, графиков, позволяющих добиваться максимума ясности и смысла задания. Ясность содержания тестирования достигается путем исключения малопонятных, редко употребляемых, а также не изучавшихся в курсе символов и иностранных слов, затрудняющих восприятие сути задания. Содержание теста может быть представлено испытуемым в следующих основных формах: задания с выбором ответа верно/неверно, задания с выбором одного правильного ответа из нескольких, задания с выбором нескольких правильных ответов из множества ответов, задания с закрытым конструируемым ответом (ввод одного или нескольких слов, цифры), тестовые задания со свободно конструируемым ответом.

## **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 Типовые вопросы по лабораторным работам**

Лабораторная работа № 1.

Системы нагружения испытуемых машин.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы нагружения ТЭД при испытаниях, их преимущества и недостатки.
2. В чем заключается метод взаимной нагрузки испытания ТЭД?
3. Каковы функции ВДП (ВДМ) и ЛП (ЛГ) в схеме взаимной нагрузки?
4. Как регулируется режим испытуемого ТЭД в схеме взаимной нагрузки? 5. Как регулируется напряжение на ЭМ в режиме двигателя в схеме взаимной нагрузки?
6. Какова эффективность метода взаимной нагрузки при испытании ТЭД?

7. Как изменяется направление вращения испытуемой ЭМ в режиме двигателя?
8. В каком состоянии будут находиться электрические машины, предназначенные для испытаний, если ВДП работает, а ЛП отключен?

### Лабораторная работа № 2.

#### Электромеханические характеристики двигателя.

##### Контрольные вопросы

1. Какие зависимости относятся к электромеханическим характеристикам на валу ТЭД?
2. Как изменятся зависимости  $n(I_d)$  и  $M(I_d)$  при изменении напряжения  $U_d$ , подведенного к тяговому электродвигателю?
3. Как располагается скоростная характеристика при ослабленном возбуждении ТЭД по отношению к скоростной характеристике при полном возбуждении?
4. Как располагается характеристика вращающего момента ТЭД при ослабленном возбуждении по отношению к характеристике при полном возбуждении?
5. Чем объясняется расхождение характеристик тяговых электродвигателей?
6. Чем объясняется расхождение характеристик одного тягового электродвигателя при вращении его в разных направлениях?
7. Почему ГОСТ 2582-2013 ограничивает допустимое расхождение скоростных характеристик тяговых электродвигателей?
8. Что такое геометрическая нейтраль?
9. Что такое физическая нейтраль?
10. В какую сторону смещается физическая нейтраль при работе ТЭД в режиме двигателя и генератора?

### Лабораторная работа № 3.

#### Контроль состояния изоляции ТЭМ.

##### Контрольные вопросы

1. Классы изоляции.
2. Способы определения состояния изоляции.
3. Принцип разрушающего способа определения состояния изоляции.
4. Коэффициент абсорбции.
5. Диэлектрические потери.

### 3.2 Примерная тематика курсовой работы

Тематика курсовых работ:

1. Проектирование тягового электродвигателя постоянного тока.
2. Проектирование тягового электродвигателя пульсирующего тока.

В курсовой работе необходимо разработать тяговый двигатель (ТД) ЭПС в соответствии со следующими индивидуальными исходными данными:

Номинальная мощность  $P_n$ , кВт

Номинальная скорость движения электровоза  $V_n$ , км/ч

Максимальная скорость движения электровоза  $V_{\max}$ , км/ч

Номинальное напряжение на выводах ТД  $U_n$ , В

Номинальное напряжение контактной сети  $U_{\text{КС}}$ , кВ

Диаметр бандажей ведущих колес электровоза  $D_6$  мм

Вид подвешивания ТД

Система вентиляции ТД

Ширина колеи жд пути, мм

Диаметр новой оси колесной пары электровоза  $D_0$ , мм

Давление от оси колесной пары на рельс  $P$ , кН

Расчетно-пояснительная записка курсовой работы должна состоять из следующих разделов:

1. Расчет основных параметров ТЭД и тяговой передачи.
2. Расчет активного слоя якоря.
3. Расчет компенсационной обмотки тягового двигателя.
4. Расчет магнитной цепи двигателя.
5. Расчет коммутации и дополнительного полюса.
6. Расчет потерь и КПД двигателя.
7. Расчет и построение электромеханических характеристик ТЭД.
8. Определение технико-экономических показателей ТЭД.
9. Тепловой расчет одной из обмоток двигателя.
10. Механический расчет детали двигателя.

Вопросы к защите курсовой работы

1. Конструкция тяговой электрической машины постоянного и пульсирующего тока. Назначение и расположение основных элементов.
2. Определение конструктивных постоянных электрической машины и электровоза ( $C_n$ ,  $C_m$ ,  $C_v$ ,  $C_F$ , машинная постоянная Арнольда).
3. Способы ограничения искажающего действия поперечной реакции якоря.
4. Эскиз магнитной цепи электрической машины. Путь прохождения основного магнитного потока.
5. Коэффициент регулируемости по скорости движения, коэффициент насыщения машины и коэффициент использования мощности.
6. Типы якорных обмоток (схемы соединения, достоинства и недостатки).
7. Рекомендации по укладке проводников в пазу якоря.
8. Распределение индукции под наконечником главного полюса. Межламельное напряжение в любой точке воздушного зазора.
9. Физическая и геометрическая нейтраль в электрической машине постоянного тока.
10. Централь при опорно-осевом подвешивании (схема, от чего зависит). Полная длина якоря.
11. Определение числа пазов якоря и коллекторных пластин. Зубцовое деление.
12. Виды изоляции проводников.
13. Компенсационная обмотка. Рекомендации при расчете и расположении КО в пазу.
14. Коммутация в электрической машине постоянного тока. Период коммутации.

Реактивная ЭДС.

15. Добавочный полюс. Мероприятия по снижению магнитного насыщения сердечника ДП.

Расчет коммутирующей ЭДС.

16. КПД двигателя (потери).
17. Магнитная, нагрузочная и скоростная характеристики ТЭД.
18. Расчет вентиляции (разветвленный воздухопровод и схема замещения).
19. Особенности проектирования электрической машины пульсирующего тока.

### 3.3 Типовые вопросы тестов по дисциплине (пример)

1. Дополнить определение

Тяговыми электрическими машинами (ТЭМ) называют \_\_\_\_\_, предназначенные для работы в качестве двигателей, генераторов, преобразователей на подвижном составе всех видов.

Правильные варианты ответа: электрические машины.

2. Выбрать правильные ответы

Тяговые электрические машины классифицируются:

- по назначению
- по принципу действия
- по способу защиты и охлаждения
- по роду тока и виду возбуждения
- по нагреву

3. Выбрать правильный ответ

Электромеханическое преобразование энергии происходящее в результате взаимодействия электрических токов с магнитным полем в воздушном зазоре обеспечивает:

- индуктивная машина
- электромагнитная машина
- электростатическая машина
- емкостная машина

4. Выбрать правильные ответы

Условия нормальной работы ТЭД постоянного тока на электровозах переменного тока

- Напряжение контактной сети 25 кВ
- Напряжение контактной сети 3 кВ
- Частота 50 Гц
- Частота 35 Гц
- Переменная составляющая выпрямленного напряжения не более 30 %
- Переменная составляющая выпрямленного напряжения не более 10 %

5. Соответствие между электровозом и типом ТЭД установленным на нем

ТЛ-2К1	ВЛ10У
НБ-418К6	ВЛ80
НБ-514	ВЛ85
НБ-514В	ЭС5К
НБ-520	ЭП1

6. Выбрать правильные ответы

Пределы изменения напряжения по ГОСТ 6962-75

- Постоянный ток 2000...4000 В
- Переменный ток 19000...29000 В
- Постоянный ток 2500...3500 В
- Переменный ток 22000...27000 В
- Постоянный ток 1800...4200 В
- Переменный ток 24000...26000 В

7. Дополнить определение

Исполнение тяговых двигателей занимает промежуточное положение между закрытыми и защищенными исполнениями, они защищены от соприкосновения с электрическими частями, но не защищены от \_\_\_\_\_.

Правильные варианты ответа: влаги и пыли.

8. Выбрать правильные ответы

Частота вращения двигателя прямо зависит от...

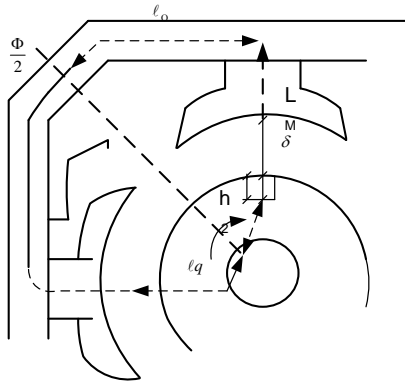
- напряжения на коллекторе
- тока возбуждения
- сопротивления обмоток
- сопротивления цепи тока ТЭД
- магнитного потока
- электромагнитного вращающего момента
- момента на валу ТЭД

9. Дополнить определение

\_\_\_\_\_ - режим работы двигателя с таким током на испытательном стенде в течение одного часа, с возбуждением, предусмотренным для этого режима и нормально действующей вентиляцией, который не вызывает превышения температуры его частей над температурой окружающего воздуха, установленной для данного класса изоляции

Правильные варианты ответа: Часовой режим; часовой режим; ЧАСОВОЙ РЕЖИМ;

10. Выбрать правильный ответ соответствующий рисунку



- Эскиз магнитной цепи
- Эскиз распределения нагрузки
- Эскиз распределения реакции якоря
- Эскиз токовой цепи

### 3.4 Перечень вопросов к зачету

1. Классификация тяговых электромашин. Условия работы и требования, предъявляемые к тяговым электродвигателям.
2. Конструкция тяговых двигателей. Способы подвешивания. Кинематические схемы тяговых передач.
3. Номинальные и предельные параметры ТЭД. Кривые нагревания.
4. ТЭД постоянного тока. Рабочие характеристики. Преимущества и недостатки ТЭД с последовательным возбуждением.
5. Способы регулирования скорости на ЭПС постоянного и переменного тока.
6. ТЭД постоянного тока. Потери и КПД.
7. Эксплуатационные свойства ТЭД различных систем возбуждения. Расхождение характеристик ТЭД, диаметров бандажей, буксование, колебание напряжения в контактной сети.
8. ТЭД постоянного тока. Влияние степени насыщения магнитной системы ТЭД на его электромеханические характеристики, магнитная характеристика.
9. Оценка регулировочных свойств ТЭД постоянного тока.
10. Физические основы процесса коммутации. Особенности коммутации тяговых электродвигателей. Критерии оценки качества коммутации.
11. Коммутация тяговых электродвигателей при разных режимах нагрузки и переходных процессах.
12. Причины искрения (электромагнитные, факторы механической природы, роль щетки в коммутационном процессе, влияние геометрии магнитной системы и КЩУ). ТЭД с беспазовым якорем.
13. Потенциальные условия на коллекторе ТЭД постоянного тока. Использование переходной характеристики для оценки потенциальных условий на коллекторе тягового электродвигателя.
14. Зависимость потенциальных условий на коллекторе от нагрузки тягового электродвигателя.
15. Зависимость потенциальных условий на коллекторе тягового электродвигателя от степени ослабления возбуждения.
16. Опрокидывание поля. Коэффициент магнитной устойчивости, его физический смысл и количественная оценка.
17. Способы повышения потенциальной устойчивости.
18. Круговой огонь (переброс) на коллекторе тягового электродвигателя.
19. Однофазные коллекторные ТЭД. Особенности работы тяговых электродвигателей на ЭПС однофазного тока с выпрямителями.
20. Особенности питания и коммутации ТЭД пульсирующего тока.
21. Виды испытаний тяговых электрических машин по ГОСТ 2582-2013.
22. Приемо-сдаточные и квалификационные испытания тяговых электродвигателей и их программы.

23. Коммутационные испытания тяговых электродвигателей. Классы искрения. Способы объективной оценки искрения.
24. Методы и схемы испытаний ТЭД. Способы создания механической нагрузки испытываемого ТЭД. Схемы взаимной нагрузки.
25. Опытное определение потерь в ТЭД и его КПД (непосредственный и косвенный метод).
26. Методика испытания тягового электродвигателя на нагревание.
27. Методика ускоренных приемо-сдаточных испытаний ТЭД.
28. Бесколлекторные ТЭД переменного тока. Общие сведения.
29. Вентильный тяговый двигатель, особенности его конструкции, характеристик и регулирования режимов работы.
30. Индукторный тяговый двигатель, особенности его конструкции, характеристик и регулирования режимов работы.
31. Асинхронный тяговый двигатель, особенности его конструкции, характеристик и регулирования режимов работы.
32. Нормы нагревания, классы изоляции ТЭД. Процесс нагревания ТЭД.
33. Принципы теплового расчета ТЭД. Теплоотдача, Теплопроводность.
34. Основные положения теплового расчета тягового электродвигателя методом тепловых схем.
35. Тепловая схема для расчета перегрева обмотки якоря тягового двигателя (без учета коллектора).
36. Тепловая схема для расчета перегревов катушек главных и добавочных полюсов (без КО).
37. Схемы и системы вентиляции. Аэродинамическая характеристика тягового электродвигателя.
38. Принципы расчета вентиляции ТЭД. Очистка воздуха, подаваемого в ТЭД.
39. Вспомогательные машины ЭПС постоянного тока, их назначение и параметры.
40. Вспомогательные машины ЭПС переменного тока, схемы и способы питания.
41. Изоляционные материалы, применяемые в тяговых электродвигателях. Виды изоляции обмоток, классы изоляции по нагревостойкости.
42. Назначение и конструкция главных и добавочных полюсов тягового электродвигателя.
43. Обмотка якоря тягового электродвигателя, ее назначение, конструкция и основные параметры.
44. Конструкция якоря тягового электродвигателя (без обмотки).
45. Компенсационная обмотка, ее назначение, конструкция и основные параметры.
46. Коллектор тягового электродвигателя, его назначение и конструкция.
47. Конструкция подшипниковых узлов тяговых электродвигателей.
48. Моторно-осевые подшипники тягового электродвигателя.
49. Добавочные полюсы, их назначение и определение основных параметров катушки и сердечника.

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

В таблице дано описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий, соответствующих рабочей программе дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Тест	Выполнение тестов, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время последнего практического занятия. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий.
Защита лабораторной работы	Лабораторная работа должна быть выполнена в установленный преподавателем срок, а отчет о работе оформлен в соответствии с требованиями, сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль.» №

	П.420700.05.4.092-2017 в последней редакции. Отчет обязательно должен содержать вывод, к которому пришел обучающийся в процессе выполнения работы. При защите, обучающийся должен понимать цель работы, знать последовательность выполнения работы, отвечать на теоретические вопросы по теме работы.
Курсовая работа	Преподаватель на первом семинарском занятии выдает и утверждает задание на курсовую работу, оговаривается время выполнения курсовой работы, утверждается число ее сдачи и защиты. Курсовая работа должно быть выполнено в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции. Курсовая работа в назначенный срок сдается на проверку. При защите задания, обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем и отвечает на его вопросы.

### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения**

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

### **Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

В разделе «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» приведены типовые контрольные задания, для оценки результатов освоения образовательной программы. Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с формами оформления оценочных средств, приведенными ниже, и не выставляются в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.