

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «30» мая 2025 г. № 51

## Б1.О.26.04 Тяговые и трансформаторные подстанции

### рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация/профиль – Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Электроэнергетика транспорта

Общая трудоемкость в з.е. – 9  
Часов по учебному плану (УП) – 324

Формы промежуточной аттестации  
очная форма обучения:  
зачет 5 семестр, экзамен 6 семестр, курсовой проект  
6 семестр  
заочная форма обучения:  
зачет 4 курс, экзамен 4 курс, курсовой проект 4 курс

#### Очная форма обучения

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр                                                                          | 5           | 6           | Итого       |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Вид занятий                                                                      | Часов по УП | Часов по УП | Часов по УП |
| <b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b> | 51          | 68          | <b>119</b>  |
| – лекции                                                                         | 17          | 17          | <b>34</b>   |
| – практические (семинарские)                                                     | 17          | 17          | <b>34</b>   |
| – лабораторные                                                                   | 17          | 34          | <b>51</b>   |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                    | 57          | 112         | <b>169</b>  |
| <b>Экзамен</b>                                                                   |             | 36          | <b>36</b>   |
| <b>Итого</b>                                                                     | <b>108</b>  | <b>216</b>  | <b>324</b>  |

#### Заочная форма обучения

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Курс                                                                             | 4           | Итого       |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Вид занятий                                                                      | Часов по УП | Часов по УП |
| <b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b> | 28          | <b>28</b>   |
| – лекции                                                                         | 8           | <b>8</b>    |
| – практические (семинарские)                                                     | 8           | <b>8</b>    |
| – лабораторные                                                                   | 12          | <b>12</b>   |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                    | 274         | <b>274</b>  |
| <b>Зачет</b>                                                                     | 4           | <b>4</b>    |
| <b>Экзамен</b>                                                                   | 18          | <b>18</b>   |
| <b>Итого</b>                                                                     | <b>324</b>  | <b>324</b>  |

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.  
009B9D93267016946D4792FA33A1E1FAE3 с 22 января 2025 г. по 17 апреля 2026 г. Подпись  
соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил(и):  
к.т.н, доцент, доцент, Е.Ю. Пузина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроэнергетика транспорта», протокол от «20» мая 2025 г. № 9

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

В.А. Тихомиров

| <b>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.1 Цель дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | изучение теоретических основ проектирования тяговых и трансформаторных подстанций и практическое освоение конструкции, принципа действия современных технических средств, применяемых на подстанциях |
| <b>1.2 Задачи дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | овладение навыками расчета мощности и выбора типа понижающего трансформатора и преобразовательного агрегата                                                                                          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | составления схем главных электрических соединений тяговых и трансформаторных подстанций                                                                                                              |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | выбора электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей                                                                                                                                      |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | овладение навыками выбора режима работы нейтрали электрической сети                                                                                                                                  |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | расчета тока короткого замыкания                                                                                                                                                                     |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | овладение методами расчета параметров заземляющего устройства и средств защиты от прямых ударов молнии                                                                                               |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | овладение навыками разработки чертежей размещения оборудования на территории и в здании подстанции                                                                                                   |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | оценки (по укрупненным показателям стоимости) капитальных затрат и эксплуатационных расходов, связанных с сооружением и эксплуатацией тяговых и трансформаторных подстанций                          |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | освоение конструкции, принципа действия современных технических средств, применяемых на подстанциях                                                                                                  |
| <b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                      |
| 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:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                      |

| <b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>                                                             |                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Блок/часть ОПОП                                                                                        | Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть                                       |
| <b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>                   |                                                                               |
| 1                                                                                                      | Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции              |
| <b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b> |                                                                               |
| 1                                                                                                      | Б1.О.26.05 Контактные сети и линии электропередач                             |
| 2                                                                                                      | Б1.О.44 Системы технической диагностики и мониторинга систем электроснабжения |
| 3                                                                                                      | Б1.О.48 Электроснабжение железных дорог                                       |
| 4                                                                                                      | Б1.О.49 Сооружение, монтаж и эксплуатация устройств электроснабжения          |
| 5                                                                                                      | Б1.О.51 Электрические сети и системы                                          |
| 6                                                                                                      | Б1.В.ДВ.02.01 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении        |
| 7                                                                                                      | Б1.В.ДВ.03.01 Электротехнологические установки и освещение                    |
| 8                                                                                                      | Б1.В.ДВ.04.01 Энергосбережение в электроэнергетике                            |
| 9                                                                                                      | Б1.В.ДВ.05.01 Техника высоких напряжений                                      |
| 10                                                                                                     | Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика                         |
| 11                                                                                                     | Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы                         |
| 12                                                                                                     | Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы                             |

| <b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> |                                                      |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код и наименование компетенции                                                                                                       | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения                                                               |
| ПК-4 Способен осуществлять                                                                                                           | ПК-4.1 Применяет знания устройства, принципа         | Знать: принципы построения структурных схем и схем главных электрических соединений тяговых и |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, воздушных линий электропередач, контактной сети постоянного и переменного тока | действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных элементов, узлов и устройств тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, узлов и устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи                                                                                                    | трансформаторных подстанций и назначение каждого элемента в схеме, конструкцию и принцип действия этих элементов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Уметь: оценивать и выбирать рациональные технологические режимы работы тяговых и трансформаторных подстанций; использовать на практике теоретические знания о технических характеристиках и конструктивных особенностях основных элементов тяговых и трансформаторных подстанций; выбирать оптимальные варианты электрооборудования подстанций                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Владеть: навыками расчета мощности и выбора типа понижающего трансформатора и преобразовательного агрегата; составления схем главных электрических соединений тяговых и трансформаторных подстанций; навыками выбора электрооборудования с оптимальными характеристиками; навыками эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования тяговых и трансформаторных подстанций                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-4.2 Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи | Знать: методы расчета токов короткого замыкания в высоковольтных и низковольтных цепях с целью расчета прочностных характеристик оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Уметь: использовать на практике теоретические знания основ проектирования тяговых и трансформаторных подстанций; разрабатывать схемы главных электрических соединений подстанций; выбирать силовое оборудование и другие виды оборудования; оценивать последствия воздействия тока короткого замыкания на токоведущие части, оборудование и аппаратуру подстанций; проверять в аварийных режимах устойчивость токоведущих частей, оборудования и аппаратуры подстанций; анализировать возможные отказы в аварийных режимах токоведущих частей, оборудования и аппаратуры подстанций |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Владеть: навыками расчета мощности и выбора типа понижающего трансформатора и преобразовательного агрегата; составления схем главных электрических соединений тяговых и трансформаторных подстанций; навыками выбора и проверки электрооборудования подстанций; навыками расчета параметров заземляющего устройства и средств защиты от прямых ударов молнии; навыками выполнения технико-экономической оценки проекта подстанции                                                                                                                                                   |

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ                                                                                                                                                              | Очная форма |      |    |     |    | Заочная форма |      |    |     |    | *Код индикатора достижения компетенции |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|----|---------------|------|----|-----|----|----------------------------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                       | Семестр     | Часы |    |     |    | Курс          | Часы |    |     |    |                                        |
|     |                                                                                                                                                                                                       |             | Лек  | Пр | Лаб | СР |               | Лек  | Пр | Лаб | СР |                                        |
| 1.0 | Раздел 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Потребители электрической энергии на железнодорожном транспорте. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций. |             |      |    |     |    |               |      |    |     |    |                                        |
| 1.1 | Тема 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных                                                                                                                                         | 5           | 1    |    |     | 2  | 3/зимняя      | 1    |    |     | 7  | ПК-4.1                                 |

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |          |      |    | *Код индикатора достижения компетенции |     |                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|---------------|----------|------|----|----------------------------------------|-----|------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Семестр     | Часы |    |     |               | Курс     | Часы |    |                                        |     |                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             | Лек  | Пр | Лаб | СР            |          | Лек  | Пр |                                        | Лаб | СР               |
|     | подстанций. Схемы внешнего электроснабжения. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |      |    |     |               |          |      |    |                                        |     |                  |
| 1.2 | Тема 2. Суточные графики электрических нагрузок потребителей. Классификация графиков нагрузок. Построение графиков нагрузок. Категорийность потребителей электроэнергии.                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5           | 1    | 2  |     | 4             | 3/зимняя |      | 2  |                                        | 12  | ПК-4.1           |
| 2.0 | <b>Раздел 2. Классификация, назначение, графическое обозначение основных устройств подстанций.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |      |    |     |               |          |      |    |                                        |     |                  |
| 2.1 | Тема 1. Классификация и назначение основных устройств подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5           | 2    |    |     | 2             | 3/зимняя |      |    |                                        | 2   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 2.2 | Тема 2. Силовое оборудование подстанций. Выбор главных понижающих трансформаторов тяговых подстанций. Выбор преобразовательных агрегатов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5           | 2    | 6  |     | 4             | 3/зимняя |      |    |                                        | 18  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 2.3 | Темы лабораторных занятий: Вводный инструктаж в учебной лаборатории. Ознакомление с оборудованием. 1.Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Блокировки безопасности, запрещающие и оперативные. 2.Элегазовый трансформатор то-ка ТРГ-110. 3.Разрядники переменного и постоянного тока. 4.Измерительные трансформаторы тока. 5.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМП-10. 6. Привод ВМП-10. 7.Испытания силовых трансформаторов. | 5           |      |    | 17  | 15            | 3/зимняя |      |    | 4                                      | 22  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |      |      |    | *Код индикатора достижения компетенции |                  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|---------------|------|------|----|----------------------------------------|------------------|----|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Семестр     | Часы |    |     |               | Курс | Часы |    |                                        |                  |    |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             | Лек  | Пр | Лаб | СР            |      | Лек  | Пр |                                        | Лаб              | СР |
| 3.0 | Раздел 3. Схемы главных электрических соединений подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |      |    |     |               |      |      |    |                                        |                  |    |
| 3.1 | Тема 1. Основные требования к схемам главных электрических соединений подстанций. Схемы распределительных устройств (РУ) 110 (220) кВ. Особенности схем РУ 110 (220) кВ тяговых подстанций системы электроснабжения 2х25 кВ. Схемы РУ 35 кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 (6) кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 кВ тяговых подстанций постоянного тока. | 5           | 6    |    | 10  | 3/зимняя      | 2    |      | 10 | ПК-4.1<br>ПК-4.2                       |                  |    |
| 3.2 | Тема 2. Схемы тяговых РУ. Схемы РУ 3.3 кВ постоянного тока. Схемы РУ 27.5 кВ переменного тока. Схемы РУ 2х27.5 кВ переменного тока.                                                                                                                                                                                                                              | 5           | 5    |    | 10  | 3/зимняя      |      |      | 10 | ПК-4.1<br>ПК-4.2                       |                  |    |
| 3.3 | Тема практического занятия: Составление схемы главных электрических соединений тяговой подстанции. Разработка последовательности производства основных переключений в схеме тяговой подстанции на основании данных о назначении аппаратов.                                                                                                                       | 5           |      | 9  | 10  | 3/зимняя      | 2    |      | 12 | ПК-4.1<br>ПК-4.2                       |                  |    |
|     | Форма промежуточной аттестации – зачет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5           |      |    |     |               |      |      |    |                                        | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |    |
| 4.0 | Раздел 4. Режимы работы нейтралей электрических сетей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |      |    |     |               |      |      |    |                                        |                  |    |
| 4.1 | Тема 1. Режимы работы нейтралей электрических сетей. Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с резонансно-заземленной нейтралью. Электрические сети с эффективно-заземленной нейтралью. Электрические сети с глухозаземленной нейтралью. Системы заземления в сетях до 1000 В.                                                          | 6           | 2    |    | 2   | 4/уст.        | 2    |      | 12 | ПК-4.1<br>ПК-4.2                       |                  |    |

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |      |      |    | *Код индикатора достижения компетенции |                  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|---------------|------|------|----|----------------------------------------|------------------|----|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Семестр     | Часы |    |     |               | Курс | Часы |    |                                        |                  |    |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             | Лек  | Пр | Лаб | СР            |      | Лек  | Пр |                                        | Лаб              | СР |
| 4.2 | Тема 2. Виды замыканий в электрических сетях переменного тока. Основные расчетные соотношения в установившемся режиме. Сопротивление элементов цепи при коротком замыкании. Переходный режим при удаленных и неудаленных коротких замыканиях. Расчетный вид короткого замыкания. Система относительных единиц. Формулы перехода от обычных к относительным сопротивлениям. Практические методы расчета токов трехфазного короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В. Расчет токов короткого замыкания в цепях 380/220 В собственных нужд тяговых подстанций. Несимметричные короткие замыкания. Расчет токов короткого замыкания в РУ-27,5, РУ-2х27,5 и РУ-3,3 кВ. Электродинамическое и термическое действие тока короткого замыкания. Ограничение тока короткого замыкания. | 6           | 2    |    | 4   | 4/уст.        | 1    |      | 13 | ПК-4.1<br>ПК-4.2                       |                  |    |
| 4.3 | Тема практического занятия: Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции. Порядок расчета тока трехфазного короткого замыкания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6           |      | 6  | 4   | 4/уст.        |      | 2    |    | 12                                     | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |    |
| 5.0 | Раздел 5. Конструкция, принцип действия и технические характеристики электрических аппаратов, применяемых на подстанциях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |      |    |     |               |      |      |    |                                        |                  |    |
| 5.1 | Тема 1. Общие сведения о коммутационной аппаратуре. Электрические контакты.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6           | 4    |    | 2   | 4/уст.        | 2    |      |    | 12                                     | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |    |

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |        |      |    | *Код индикатора достижения компетенции |     |                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|---------------|--------|------|----|----------------------------------------|-----|------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Семестр     | Часы |    |     |               | Курс   | Часы |    |                                        |     |                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             | Лек  | Пр | Лаб | СР            |        | Лек  | Пр |                                        | Лаб | СР               |
|     | Электрическая дуга и принципы ее гашения. Классификация высоковольтных выключателей. Масляные выключатели. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые выключатели. Воздушные выключатели. Быстродействующие выключатели постоянного тока. Разъединители. Отделители, короткозамыкатели. Предохранители. Разрядники, ограничители перенапряжений. |             |      |    |     |               |        |      |    |                                        |     |                  |
| 5.2 | Тема 2. Устройства специального назначения, используемые в электроустановках.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6           | 1    |    |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 4   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 5.3 | Тема 3. Источники питания собственных нужд и вторичных цепей электроустановок.                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6           | 1    |    |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 4   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 5.4 | Тема 4. Перспективные виды оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6           | 3    |    |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 4   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 5.5 | Тема практического занятия: Принципы выбора и проверки электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций. Расчет параметров и выбор источников питания собственных нужд.                                                                                                                                                                             | 6           |      | 6  |     | 2             | 4/уст. |      | 2  |                                        | 12  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 5.6 | Темы лабораторных занятий: 1.Ограничители перенапряжений. 2.Высоковольтный вакуумный выключатель ВБН-27,5. 3.Быстродействующий автоматический выключатель ВАБ-43. 4.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМУЭ-27,5. 5.Высоковольтный                                                                                                                               | 6           |      |    | 34  | 12            | 4/уст. |      |    | 8                                      | 22  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |        |      |    | *Код индикатора достижения компетенции |     |                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|---------------|--------|------|----|----------------------------------------|-----|------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Семестр     | Часы |    |     |               | Курс   | Часы |    |                                        |     |                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             | Лек  | Пр | Лаб | СР            |        | Лек  | Пр |                                        | Лаб | СР               |
|     | вакуумный выключатель ВВ/TEL-10.<br>6.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВТЭ-10.<br>7.Многообъемный масляный выключатель МКП-110. 8.<br>Измерительные трансформаторы напряжения.<br>9.Элегазовый выключатель ВГТЗ-110.<br>10.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМТ- 110.<br>11. Переключающее устройство РС-4. Защита лабораторных работ. |             |      |    |     |               |        |      |    |                                        |     |                  |
| 6.0 | Раздел 6. Конструкция РУ электроустановок. Заземляющие устройства. Техно-экономическая оценка проекта подстанции.                                                                                                                                                                                                                                  |             |      |    |     |               |        |      |    |                                        |     |                  |
| 6.1 | Тема 1. Общие сведения о заземляющих устройствах. Заземляющие устройства тяговых подстанций переменного тока. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного тока.                                                                                                                                                                          | 6           | 2    |    |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 4   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 6.2 | Тема 2. Общие требования к компоновке подстанций. Открытые РУ-110 (220), 35 кВ. Комплектные РУ-10 кВ наружной и внутренней установки. Распределительные устройства тягового напряжения.                                                                                                                                                            | 6           | 1    |    |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 2   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 6.3 | Тема 3. Расчет стоимости подстанции. Расчет стоимости строительных и монтажных работ. Определение эксплуатационных расходов. Расчет себестоимости электроэнергии.                                                                                                                                                                                  | 6           | 1    |    |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 4   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
| 6.4 | Тема практического занятия: Расчет параметров заземляющего устройства электроустановки. Расчет технико-экономических параметров                                                                                                                                                                                                                    | 6           |      | 5  |     | 2             | 4/уст. |      |    |                                        | 4   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |

| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ |                                                                                    |             |      |    |     |               |          |     |    |                                                 |                  |                  |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----|-----|---------------|----------|-----|----|-------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Код                                 | Наименование разделов, тем<br>и видов работ                                        | Очная форма |      |    |     | Заочная форма |          |     |    | *Код<br>индикатора<br>достижения<br>компетенции |                  |                  |
|                                     |                                                                                    | Семестр     | Часы |    |     | Курс          | Часы     |     |    |                                                 |                  |                  |
|                                     |                                                                                    |             | Лек  | Пр | Лаб |               | СР       | Лек | Пр |                                                 | Лаб              | СР               |
|                                     | электроустановки.<br>Разработка<br>конструктивных<br>чертежей<br>электроустановок. |             |      |    |     |               |          |     |    |                                                 |                  |                  |
| 7.0                                 | Раздел 7. Выполнение<br>курсового проекта.                                         |             |      |    |     |               |          |     |    |                                                 |                  |                  |
| 7.1                                 | Тема 1. Проектирование<br>тяговой подстанции.                                      | 6           |      |    |     | 72            | 4/уст.   |     |    |                                                 | 72               | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |
|                                     | Форма промежуточной<br>аттестации – зачет                                          |             |      |    |     |               | 4/зимняя | 4   |    |                                                 | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |                  |
|                                     | Форма промежуточной<br>аттестации – экзамен                                        | 6           | 36   |    |     |               |          |     |    |                                                 | ПК-4.1<br>ПК-4.2 |                  |
|                                     | Итого часов (без учёта<br>часов на промежуточную<br>аттестацию)                    |             | 34   | 34 | 51  | 169           |          | 8   | 8  | 12                                              | 274              |                  |

| 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 оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен 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                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |
|                                                               | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Кол-во экз. в библиотеке/онлайн |  |
| 6.1.1.1                                                       | Пузина, Е. Ю. Выбор силового оборудования : учеб.-метод. пособие к практ. занятиям по дисциплине "Тяговые и трансформаторные подстанции" / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 32с.                                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 89                              |  |
| 6.1.1.2                                                       | Пузина, Е. Ю. Оборудование и аппаратура электроустановок : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2017. - 124с.                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 91                              |  |
| 6.1.1.3                                                       | Пузина, Е. Ю. Аппаратура тяговых и трансформаторных подстанций : учеб. пособие / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2017. - 180с.                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 84                              |  |
| 6.1.1.4                                                       | Пузина, Е. Ю. Тяговые и трансформаторные подстанции : Метод. указания с заданиями на курсовой проект для студ. 3 курса спец. "Электроснабжение ж.-д. трансп." / Сост. Е.Ю. Пузина. Иркутск : ИрГУПС, 2003. - 60с.                                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 252                             |  |
| 6.1.1.5                                                       | Пузина, Е. Ю. Тяговые и трансформаторные подстанции : учеб.-метод. пособие с заданием на курсовой проект для студентов заоч. формы обучения специальности "Электроснабжение железнодорожного транспорта" / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 60с. |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 139                             |  |
| 6.1.1.6                                                       | Пузина, Е. Ю. Схемы распределительных устройств тяговых подстанций : учеб. пособие / Е. Ю. Пузина. Иркутск : ИрГУПС, 2022. - 83с.                                                                                                                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 69                              |  |
| 6.1.1.7                                                       | Бардушко, В. Д. Тяговые и трансформаторные подстанции : курс лекций / В. Д. Бардушко, Е. Ю. Пузина. Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 119с.                                                                                                                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 85                              |  |
| 6.1.1.8                                                       | Почаевец, В. С. Электрооборудование и аппаратура электрических подстанций : учеб. пособие: альбом / В. С. Почаевец. М. : УМК МПС России, 2002. - 55с.                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 30                              |  |
| 6.1.1.9                                                       | Тяговые подстанции : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Ю. М. Бей [и др.]. — Стер. изд. — М. : Альянс, 2015. — 319 с. — Текст : непосредственный.                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 87                              |  |
| 6.1.1.10                                                      | Почаевец, В.С. Электрические подстанции : учебник / рец.: А. Е. Филин [и др.]. — Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на                                                                                                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Онлайн                          |  |

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                              | железнодорожном транспорте», 2012. — 491 с. — URL: <a href="https://umczdt.ru/books/1194/225975/">https://umczdt.ru/books/1194/225975/</a> (дата обращения: 21.03.2025). — Текст : электронный.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| <b>6.1.2 Дополнительная литература</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
|                                                                                              | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Кол-во экз. в библиотеке/онлайн |
| 6.1.2.1                                                                                      | Марикин, А. Н. Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / А. Н. Марикин, А. В. Мизинцев. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2008. - 219с.                                                                                                                                                                                                                                                                         | 142                             |
| 6.1.2.2                                                                                      | Кузнецов, К.Б. Основы электробезопасности в электроустановках : учеб. пособие / рец. И. О. Набойченко. — Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. — 495 с. — URL: <a href="https://umczdt.ru/books/1194/39321/">https://umczdt.ru/books/1194/39321/</a> (дата обращения: 21.03.2025). — Текст : электронный.                                                                                                                       | Онлайн                          |
| <b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
|                                                                                              | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Кол-во экз. в библиотеке/онлайн |
| 6.1.3.1                                                                                      | Пузина, Е.Ю. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.26.04 Тяговые и трансформаторные подстанции по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация Электроснабжение железных дорог / Е.Ю. Пузина; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2025. – 18 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_66858_1416_2025_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_66858_1416_2025_1_signed.pdf</a> | Онлайн                          |
| <b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| 6.2.1                                                                                        | Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — <a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |
| 6.2.2                                                                                        | Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |
| <b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| <b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| 6.3.1.1                                                                                      | Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |
| 6.3.1.2                                                                                      | Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |
| 6.3.1.3                                                                                      | FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |
| 6.3.1.4                                                                                      | Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| 6.3.1.5                                                                                      | Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| <b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| 6.3.2.1                                                                                      | Не предусмотрено                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |
| <b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| 6.3.3.1                                                                                      | Не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |
| <b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| 6.4.1                                                                                        | Не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |

| <b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                             | Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2                                                                                                             | Учебная аудитория Д-217 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). |
| 3                                                                                                             | Учебная аудитория Л-111 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Лаборатория Л-106 «Тяговые и трансформаторные подстанции» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). Устройство ЗПУ-2У-3, Трансформатор ТС-10-6, Регулятор РС-4, Фазорегулятор ВВТЭ-10, Вакуумный выключатель ВВ/TEL-10-20/1000, Вакуумный выключатель ВВ/TEL-10-20/1600, Выключатель ВБН-27,5                                            |
| 5 | Лаборатория Л-108 «Тяговые и трансформаторные подстанции» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). Автомат постоянного тока ВАБ-28, Автомат постоянного тока ВАБ-43, Выключатель ВВТЭ-10, Ограничитель перенапряжений ОПН-РТ-TEL, Ограничитель перенапряжений ОПН-КР-TEL, Прибор К-507, ограничитель перенапряжения ОПН- У/TEL-110 УХЛ1 |
| 6 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521                                                                                                                                              |

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция                   | <p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p> |
| Практическое занятие     | <p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Лабораторная работа      | Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p> |
| Самостоятельная работа                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Обучение по дисциплине «Тяговые и трансформаторные подстанции» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## **Приложение № 1 к рабочей программе**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Тяговые и трансформаторные подстанции» участвует в формировании компетенций:

ПК-4. Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, воздушных линий электропередач, контактной сети постоянного и переменного тока

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

| №                | Наименование контрольно-оценочного мероприятия                                                                                                                                                              | Объект контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*)                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5 семестр</b> |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                       |                                                                                                  |
| <b>1.0</b>       | <b>Раздел 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Потребители электрической энергии на железнодорожном транспорте. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                       |                                                                                                  |
| 1.1              | Текущий контроль                                                                                                                                                                                            | Тема 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Схемы внешнего электроснабжения. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК-4.1                                | Собеседование (устно)                                                                            |
| 1.2              | Текущий контроль                                                                                                                                                                                            | Тема 2. Суточные графики электрических нагрузок потребителей. Классификация графиков нагрузок. Построение графиков нагрузок. Категорийность потребителей электроэнергии.                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-4.1                                | Собеседование (устно)                                                                            |
| <b>2.0</b>       | <b>Раздел 2. Классификация, назначение, графическое обозначение основных устройств подстанций</b>                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                       |                                                                                                  |
| 2.1              | Текущий контроль                                                                                                                                                                                            | Тема 1. Классификация и назначение основных устройств подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-4.1<br>ПК-4.2                      | Собеседование (устно)                                                                            |
| 2.2              | Текущий контроль                                                                                                                                                                                            | Тема 2. Силовое оборудование подстанций. Выбор главных понижающих трансформаторов тяговых подстанций. Выбор преобразовательных агрегатов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ПК-4.1<br>ПК-4.2                      | Разноуровневые задачи (задания/письменно)                                                        |
| 2.3              | Текущий контроль                                                                                                                                                                                            | Темы лабораторных занятий: Вводный инструктаж в учебной лаборатории. Ознакомление с оборудованием.<br>1.Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Блокировки безопасности, запрещающие и оперативные.<br>2.Элегазовый трансформатор то-ка ТРГ-110. 3.Разрядники переменного и постоянного тока. 4.Измерительные трансформаторы тока. 5.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМП-10. 6. Привод ВМП-10. 7.Испытания силовых трансформаторов. | ПК-4.1<br>ПК-4.2                      | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |

|                  |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.0</b>       | <b>Раздел 3. Схемы главных электрических соединений подстанций</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
| 3.1              | Текущий контроль                                                   | Тема 1. Основные требования к схемам главных электрических соединений подстанций. Схемы распределительных устройств (РУ) 110 (220) кВ. Особенности схем РУ 110 (220) кВ тяговых подстанций системы электроснабжения 2х25 кВ. Схемы РУ 35 кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 (6) кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 кВ тяговых подстанций постоянного тока. | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
| 3.2              | Текущий контроль                                                   | Тема 2. Схемы тяговых РУ. Схемы РУ 3.3 кВ постоянного тока. Схемы РУ 27.5 кВ переменного тока. Схемы РУ 2х27.5 кВ переменного тока.                                                                                                                                                                                                                              | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
| 3.3              | Текущий контроль                                                   | Тема практического занятия: Составление схемы главных электрических соединений тяговой подстанции. Разработка последовательности производства основных переключений в схеме тяговой подстанции на основании данных о назначении аппаратов.                                                                                                                       | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
|                  | Промежуточная аттестация                                           | Раздел 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Потребители электрической энергии на железнодорожном транспорте. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций. Раздел 2. Классификация, назначение, графическое обозначение основных устройств подстанций. Раздел 3. Схемы главных электрических соединений подстанций.   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Зачет (собеседование)<br>Зачет - тестирование (компьютерные технологии) |
| <b>6 семестр</b> |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
| <b>4.0</b>       | <b>Раздел 4. Режимы работы нейтралей электрических сетей</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
| 4.1              | Текущий контроль                                                   | Тема 1. Режимы работы нейтралей электрических сетей. Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с резонансно-заземленной нейтралью. Электрические сети с эффективно-заземленной нейтралью. Электрические сети с глухозаземленной нейтралью. Системы заземления в сетях до 1000 В.                                                          | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
| 4.2              | Текущий контроль                                                   | Тема 2. Виды замыканий в электрических сетях переменного тока. Основные расчетные соотношения в установившемся режиме. Сопротивление элементов цепи при коротком замыкании.                                                                                                                                                                                      | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |

|            |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |                       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
|            |                                                                                                                                 | <p>Переходный режим при удаленных и не удаленных коротких замыканиях. Расчетный вид короткого замыкания. Система относительных единиц. Формулы перехода от обычных к относительным сопротивлениям. Практические методы расчета токов трехфазного короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В. Расчет токов короткого замыкания в цепях 380/220 В собственных нужд тяговых подстанций. Несимметричные короткие замыкания. Расчет токов короткого замыкания в РУ-27,5, РУ-2х27,5 и РУ-3,3 кВ. Электродинамическое и термическое действие тока короткого замыкания. Ограничение тока короткого замыкания.</p> |                          |                       |
| 4.3        | Текущий контроль                                                                                                                | <p>Тема практического занятия: Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции. Порядок расчета тока трехфазного короткого замыкания.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| <b>5.0</b> | <b>Раздел 5. Конструкция, принцип действия и технические характеристики электрических аппаратов, применяемых на подстанциях</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |                       |
| 5.1        | Текущий контроль                                                                                                                | <p>Тема 1. Общие сведения о коммутационной аппаратуре. Электрические контакты. Электрическая дуга и принципы ее гашения. Классификация высоковольтных выключателей. Масляные выключатели. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые выключатели. Воздушные выключатели. Быстродействующие выключатели постоянного тока. Разъединители. Отделители, короткозамыкатели. Предохранители. Разрядники, ограничители перенапряжений.</p>                                                                                                                                                             | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| 5.2        | Текущий контроль                                                                                                                | <p>Тема 2. Устройства специального назначения, используемые в электроустановках.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| 5.3        | Текущий контроль                                                                                                                | <p>Тема 3. Источники питания собственных нужд и вторичных цепей электроустановок.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| 5.4        | Текущий контроль                                                                                                                | <p>Тема 4. Перспективные виды оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанций.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |

|     |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.5 | Текущий контроль                                                                                                            | Тема практического занятия:<br>Принципы выбора и проверки электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций. Расчет параметров и выбор источников питания собственных нужд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 5.6 | Текущий контроль                                                                                                            | Темы лабораторных занятий:<br>1.Ограничители перенапряжений.<br>2.Высоковольтный вакуумный выключатель ВБН-27,5.<br>3.Быстродействующий автоматический выключатель ВАБ-43. 4.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМУЭ-27,5. 5.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВ/TEL- 10. 6.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВТЭ-10. 7.Многообъемный масляный выключатель МКП-110. 8. Измерительные трансформаторы напряжения. 9.Элегазовый выключатель ВГТЗ-110. 10.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМТ- 110. 11. Переключающее устройство РС-4. Защита лабораторных работ. | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 6.0 | <b>Раздел 6. Конструкция РУ электроустановок. Заземляющие устройства. Техничко- экономическая оценка проекта подстанции</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                                                  |
| 6.1 | Текущий контроль                                                                                                            | Тема 1. Общие сведения о заземляющих устройствах. Заземляющие устройства тяговых подстанций переменного тока. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного тока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 6.2 | Текущий контроль                                                                                                            | Тема 2. Общие требования к компоновке подстанций. Открытые РУ-110 (220), 35 кВ. Комплектные РУ-10 кВ наружной и внутренней установки. Распределительные устройства тягового напряжения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 6.3 | Текущий контроль                                                                                                            | Тема 3. Расчет стоимости подстанции. Расчет стоимости строительных и монтажных работ. Определение эксплуатационных расходов. Расчет себестоимости электроэнергии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 6.4 | Текущий контроль                                                                                                            | Тема практического занятия:<br>Расчет параметров заземляющего устройства электроустановки. Расчет технико-экономических параметров электроустановки. Разработка конструктивных чертежей электроустановок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 7.0 | <b>Раздел 7. Выполнение курсового проекта</b>                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                                                  |

|     |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                                             |
|-----|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 7.1 | Текущий контроль         | Тема 1. Проектирование тяговой подстанции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Курсовой проект (письменно)                                                 |
|     | Промежуточная аттестация | Раздел 4. Режимы работы нейтралей электрических сетей.<br>Раздел 5. Конструкция, принцип действия и технические характеристики электрических аппаратов, применяемых на подстанциях.<br>Раздел 6. Конструкция РУ электроустановок.<br>Заземляющие устройства.<br>Технико- экономическая оценка проекта подстанции.<br>Раздел 7. Выполнение курсового проекта. | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Экзамен (собеседование)<br>Экзамен - тестирование (компьютерные технологии) |

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

| №                            | Наименование контрольно-оценочного мероприятия                                                                                                                                                               | Объект контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*)                                             |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3 курс, сессия зимняя</b> |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                  |
| <b>1.0</b>                   | <b>Раздел 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Потребители электрической энергии на железнодорожном транспорте. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                  |
| 1.1                          | Текущий контроль                                                                                                                                                                                             | Тема 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Схемы внешнего электроснабжения. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.                                                                                                                                                                                             | ПК-4.1                                | Собеседование (устно)                                                                            |
| 1.2                          | Текущий контроль                                                                                                                                                                                             | Тема 2. Суточные графики электрических нагрузок потребителей. Классификация графиков нагрузок. Построение графиков нагрузок. Категорийность потребителей электроэнергии.                                                                                                                                                                                        | ПК-4.1                                | Собеседование (устно)                                                                            |
| <b>2.0</b>                   | <b>Раздел 2. Классификация, назначение, графическое обозначение основных устройств подстанций.</b>                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                  |
| 2.1                          | Текущий контроль                                                                                                                                                                                             | Тема 1. Классификация и назначение основных устройств подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК-4.1<br>ПК-4.2                      | Собеседование (устно)                                                                            |
| 2.2                          | Текущий контроль                                                                                                                                                                                             | Тема 2. Силовое оборудование подстанций. Выбор главных понижающих трансформаторов тяговых подстанций. Выбор преобразовательных агрегатов.                                                                                                                                                                                                                       | ПК-4.1<br>ПК-4.2                      | Разноуровневые задачи (задания/письменно)                                                        |
| 2.3                          | Текущий контроль                                                                                                                                                                                             | Темы лабораторных занятий: Вводный инструктаж в учебной лаборатории. Ознакомление с оборудованием.<br>1.Разъединители, отделители, короткозамыкатели.<br>Блокировки безопасности, запрещающие и оперативные.<br>2.Элегазовый трансформатор то-ка ТРГ-110. 3.Разрядники переменного и постоянного тока. 4.Измерительные трансформаторы тока.<br>5.Высоковольтный | ПК-4.1<br>ПК-4.2                      | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |

|                                    |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                                                                     | маломасляный выключатель ВМП-10. 6. Привод ВМП-10. 7. Испытания силовых трансформаторов.                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                                         |
| <b>3.0</b>                         | <b>Раздел 3. Схемы главных электрических соединений подстанций.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
| 3.1                                | Текущий контроль                                                    | Тема 1. Основные требования к схемам главных электрических соединений подстанций. Схемы распределительных устройств (РУ) 110 (220) кВ. Особенности схем РУ 110 (220) кВ тяговых подстанций системы электроснабжения 2х25 кВ. Схемы РУ 35 кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 (6) кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 кВ тяговых подстанций постоянного тока. | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
| 3.2                                | Текущий контроль                                                    | Тема 2. Схемы тяговых РУ. Схемы РУ 3.3 кВ постоянного тока. Схемы РУ 27.5 кВ переменного тока. Схемы РУ 2х27.5 кВ переменного тока.                                                                                                                                                                                                                              | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
| 3.3                                | Текущий контроль                                                    | Тема практического занятия: Составление схемы главных электрических соединений тяговой подстанции. Разработка последовательности производства основных переключений в схеме тяговой подстанции на основании данных о назначении аппаратов.                                                                                                                       | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |
| <b>3 курс, сессия летняя</b>       |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
|                                    | Промежуточная аттестация                                            | Раздел 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Потребители электрической энергии на железнодорожном транспорте. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций. Раздел 2. Классификация, назначение, графическое обозначение основных устройств подстанций. Раздел 3. Схемы главных электрических соединений подстанций.   | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Зачет (собеседование)<br>Зачет - тестирование (компьютерные технологии) |
| <b>4 курс, сессия установочная</b> |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
| <b>4.0</b>                         | <b>Раздел 4. Режимы работы нейтралей электрических сетей.</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                                         |
| 4.1                                | Текущий контроль                                                    | Тема 1. Режимы работы нейтралей электрических сетей. Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с резонансно-заземленной нейтралью. Электрические сети с эффективно-заземленной нейтралью. Электрические сети с глухозаземленной нейтралью. Системы заземления в сетях до 1000 В.                                                          | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                   |

|     |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 4.2 | Текущий контроль                                                                                                                 | <p>Тема 2. Виды замыканий в электрических сетях переменного тока. Основные расчетные соотношения в установившемся режиме. Сопротивление элементов цепи при коротком замыкании. Переходный режим при удаленных и неудаленных коротких замыканиях. Расчетный вид короткого замыкания. Система относительных единиц. Формулы перехода от обычных к относительным сопротивлениям. Практические методы расчета токов трехфазного короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В. Расчет токов короткого замыкания в цепях 380/220 В собственных нужд тяговых подстанций. Несимметричные короткие замыкания. Расчет токов короткого замыкания в РУ-27,5, РУ-2х27,5 и РУ-3,3 кВ. Электродинамическое и термическое действие тока короткого замыкания. Ограничение тока короткого замыкания.</p> | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| 4.3 | Текущий контроль                                                                                                                 | <p>Тема практического занятия: Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции. Порядок расчета тока трехфазного короткого замыкания.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| 5.0 | <b>Раздел 5. Конструкция, принцип действия и технические характеристики электрических аппаратов, применяемых на подстанциях.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                       |
| 5.1 | Текущий контроль                                                                                                                 | <p>Тема 1. Общие сведения о коммутационной аппаратуре. Электрические контакты. Электрическая дуга и принципы ее гашения. Классификация высоковольтных выключателей. Масляные выключатели. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые выключатели. Воздушные выключатели. Быстродействующие выключатели постоянного тока. Разъединители. Отделители, короткозамыкатели. Предохранители. Разрядники, ограничители перенапряжений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |
| 5.2 | Текущий контроль                                                                                                                 | <p>Тема 2. Устройства специального назначения, используемые в электроустановках.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>ПК-4.1<br/>ПК-4.2</p> | Собеседование (устно) |

|     |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.3 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема 3. Источники питания собственных нужд и вторичных цепей электроустановок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 5.4 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема 4. Перспективные виды оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 5.5 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема практического занятия: Принципы выбора и проверки электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций. Расчет параметров и выбор источников питания собственных нужд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 5.6 | Текущий контроль                                                                                                             | Темы лабораторных занятий:<br>1.Ограничители перенапряжений.<br>2.Высоковольтный вакуумный выключатель ВБН-27,5.<br>3.Быстродействующий автоматический выключатель ВАБ-43. 4.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМУЭ-27,5. 5.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВ/TEL- 10. 6.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВТЭ-10. 7.Многообъемный масляный выключатель МКП-110. 8. Измерительные трансформаторы напряжения. 9.Элегазовый выключатель ВГТЗ-110. 10.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМТ- 110. 11. Переключающее устройство РС-4. Защита лабораторных работ. | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Лабораторная работа (письменно/устно)<br>В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 6.0 | <b>Раздел 6. Конструкция РУ электроустановок. Заземляющие устройства. Техничко- экономическая оценка проекта подстанции.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                                                                  |
| 6.1 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема 1. Общие сведения о заземляющих устройствах. Заземляющие устройства тяговых подстанций переменного тока. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного тока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 6.2 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема 2. Общие требования к компоновке подстанций. Открытые РУ-110 (220), 35 кВ. Комплектные РУ-10 кВ наружной и внутренней установки. Распределительные устройства тягового напряжения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 6.3 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема 3. Расчет стоимости подстанции. Расчет стоимости строительных и монтажных работ. Определение эксплуатационных расходов. Расчет себестоимости электроэнергии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |
| 6.4 | Текущий контроль                                                                                                             | Тема практического занятия: Расчет параметров заземляющего устройства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Собеседование (устно)                                                                            |

|                              |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                             |
|------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                | электроустановки. Расчет технико-экономических параметров электроустановки. Разработка конструктивных чертежей электроустановок.                                                                                                                                                                                                                            |                  |                                                                             |
| <b>7.0</b>                   | <b>Раздел 7. Выполнение курсового проекта.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                             |
| 7.1                          | Текущий контроль                               | Тема 1. Проектирование тяговой подстанции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Курсовой проект (письменно)                                                 |
| <b>4 курс, сессия зимняя</b> |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                                             |
|                              | Промежуточная аттестация                       | Раздел 4. Режимы работы нейтралей электрических сетей.<br>Раздел 5. Конструкция, принцип действия и технические характеристики электрических аппаратов, применяемых на подстанциях.<br>Раздел 6. Конструкция РУ электроустановок.<br>Заземляющие устройства.<br>Технико-экономическая оценка проекта подстанции.<br>Раздел 7. Выполнение курсового проекта. | ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Экзамен (собеседование)<br>Экзамен - тестирование (компьютерные технологии) |

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

\*\*ПП – практическая подготовка

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### 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 четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

#### Текущий контроль

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                                                                                                                                                               | Представление оценочного средства в ФОС                |
|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1 | Собеседование                    | Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.<br>Может быть использовано для оценки знаний обучающихся | Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины |

|   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                |
|---|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Разноуровневые задачи (задания) | <p>Различают задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся;</li> <li>– реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;</li> <li>– творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</li> </ul> | Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня     |
| 3 | Лабораторная работа             | <p>Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.</p> <p>Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты |

### Промежуточная аттестация

| № | Наименование оценочного средства                 | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                                                                                                                                       | Представление оценочного средства в ФОС                                                             |
|---|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Зачет                                            | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся                                                                                   | Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету                                     |
| 2 | Тест – промежуточная аттестация в форме зачета   | Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся                   | Фонд тестовых заданий                                                                               |
| 3 | Экзамен                                          | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся                                                                                   | Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену |
| 4 | Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена | Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся                   | Фонд тестовых заданий                                                                               |
| 5 | Курсовой проект                                  | Позволяет оценить умения обучающихся 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. | Образец задания для выполнения курсового проекта и примерный перечень                               |

|  |                                                                                                                                                                                                                         |                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | <p>Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.</p> <p>Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или междисциплинарных областях</p> | вопросов для его защиты |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

| Шкалы оценивания      |              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Уровень освоения компетенции |
|-----------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| «отлично»             | «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                      |
| «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» | «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                                                                                                                                  | Компетенция не сформирована  |

**Тест – промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена**

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

**Курсовой проект**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|------------------|---------------------|
|------------------|---------------------|

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»             | Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| «хорошо»              | Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта 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 курсового проекта 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 курсового проекта 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. 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 курсового проекта 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 курсового проекта в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. 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 курсового проекта обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовой проект не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

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

#### Собеседование

| Шкалы оценивания      |              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»             | «зачтено»    | Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ                                        |
| «хорошо»              |              | Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач                                                                                                                                                              |
| «удовлетворительно»   |              | Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий<br>Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Не было попытки выполнить задание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### Разноуровневые задачи (задания)

| Шкалы оценивания      |              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»             | «зачтено»    | Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены                                                                                                                                                                   |
| «хорошо»              |              | Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены                                                                                                                                                        |
| «удовлетворительно»   |              | Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.<br>Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.                                                                                                                                                                                                                    |

### Лабораторная работа

| Шкалы оценивания      |              | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»             | «зачтено»    | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.<br>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.<br>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.<br>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» | «не зачтено» | Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.<br>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.<br>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки                                                                                                        |

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Схемы внешнего электроснабжения. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.»

1. Назначение тяговых и трансформаторных подстанций.
2. Классификация подстанций.
3. Структурные схемы трансформаторных подстанций.
4. Структурные схемы тяговых подстанций.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 2. Суточные графики электрических нагрузок потребителей. Классификация графиков нагрузок. Построение графиков нагрузок. Категорийность потребителей электроэнергии.»

1. Графики нагрузок потребителей электроэнергии. Определение, назначение.
2. Виды графиков нагрузок. Технология построения.
3. Категории потребителей электроэнергии.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 1. Классификация и назначение основных устройств подстанций.»

1. Классификация основных устройств подстанций.
2. Назначение различных типов силового оборудования.
3. Назначение различных типов коммутационных аппаратов.
4. Назначение различных типов измерительных аппаратов.
5. Назначение различных типов защитных аппаратов.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 1. Основные требования к схемам главных электрических соединений подстанций. Схемы распределительных устройств (РУ) 110 (220) кВ. Особенности схем РУ 110 (220) кВ тяговых подстанций системы электроснабжения 2х25 кВ. Схемы РУ 35 кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 (6) кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 кВ тяговых подстанций постоянного тока.»

1. Схемы РУ-110(220) кВ опорных тяговых подстанций. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
2. Схемы РУ-110(220) кВ транзитных тяговых подстанций. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
3. Схемы РУ-110(220) кВ отпаечных и тупиковых тяговых подстанций. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
4. Особенности схем РУ-110(220) кВ тяговых подстанций СЭС 2х25 кВ. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
5. Схемы РУ-35 кВ районных потребителей. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
6. Схемы РУ-10 кВ тяговых подстанций. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 2. Схемы тяговых РУ. Схемы РУ 3.3 кВ постоянного тока. Схемы РУ 27.5 кВ переменного тока. Схемы РУ 2х27.5 кВ переменного тока.»

- 1.Схемы РУ-3.3 кВ. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
- 2.Схемы РУ-27.5 кВ. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.
- 3.Схемы РУ-2х27.5 кВ. Наименование, перечень присоединений, особенности, примеры переключений.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема практического занятия: Составление схемы главных электрических соединений тяговой подстанции. Разработка последовательности производства основных переключений в схеме тяговой подстанции на основании данных о назначении аппаратов.»

1. Начертить структурную схему трансформаторной подстанции.
2. Начертить структурную схему тяговой подстанции переменного тока 1х27,5 кВ.
3. Начертить структурную схему тяговой подстанции переменного тока 2х27,5 кВ.
4. Начертить структурную схему тяговой подстанции постоянного тока 3,3 кВ.
5. Вывести в ремонт выключатель фидера контактной сети на тяговой подстанции переменного тока 1х27,5 кВ.
6. Вывести в ремонт выключатель фидера тяговой сети на тяговой подстанции переменного тока 2х27,5 кВ.
7. Вывести в ремонт выключатель фидера контактной сети на тяговой подстанции постоянного тока 3,3 кВ.
8. Вывести в ремонт силовой трансформатор на тяговой подстанции переменного тока 1х27,5 кВ.
9. Вывести в ремонт силовой тяговый трансформатор на тяговой подстанции переменного тока 2х27,5 кВ.
10. Вывести в ремонт преобразовательный агрегат на тяговой подстанции постоянного тока 3,3 кВ.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Режимы работы нейтралей электрических сетей. Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с резонансно-заземленной нейтралью. Электрические сети с эффективно-заземленной нейтралью. Электрические сети с глухозаземленной нейтралью. Системы заземления в сетях до 1000 В.»

1. Виды режимов работы нейтралей.
2. Режим глухозаземленной нейтрали.
3. Режим изолированной нейтрали.
4. Режим компенсированной нейтрали.
5. Режим эффективно-заземленной нейтрали.
6. Система заземления TN-C.
7. Система заземления TN-S.
8. Система заземления TN-C-S.
9. Система заземления TT.
10. Система заземления IT.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 2. Виды замыканий в электрических сетях переменного тока. Основные расчетные соотношения в установившемся режиме. Сопротивление элементов цепи при коротком замыкании. Переходный режим при удаленных и не удаленных коротких замыканиях. Расчетный вид короткого замыкания. Система относительных единиц. Формулы перехода от обычных к относительным сопротивлениям. Практические методы расчета токов трехфазного короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В. Расчет токов короткого замыкания в цепях 380/220 В собственных нужд тяговых подстанций.

Несимметричные короткие замыкания. Расчет токов короткого замыкания в РУ-27,5, РУ-2х27,5 и РУ-3,3 кВ. Электродинамическое и термическое действие тока короткого замыкания. Ограничение тока короткого замыкания.»

1. Виды замыканий в электрических сетях.
2. Расчет тока короткого замыкания в установившемся режиме.
3. Переходный режим при удаленных и неудаленных коротких замыканиях.
4. Система относительных единиц. Относительные сопротивления основных элементов электрических сетей.
5. Порядок расчета токов короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В.
6. Приближенный метод расчета тока трехфазного короткого замыкания.
7. Метод типовых кривых.
8. Особенности расчета токов короткого замыкания в тяговых РУ.
9. Расчет токов короткого замыкания в цепях собственных нужд.
10. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.
11. Способы ограничения токов короткого замыкания.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема практического занятия: Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции. Порядок расчета тока трехфазного короткого замыкания.»

1. Требования к схемам распределительных устройств тяговой подстанции.
2. Порядок расчета тока трехфазного короткого замыкания.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 1. Общие сведения о коммутационной аппаратуре. Электрические контакты. Электрическая дуга и принципы ее гашения. Классификация высоковольтных выключателей. Масляные выключатели. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые выключатели. Воздушные выключатели. Быстродействующие выключатели постоянного тока. Разъединители. Отделители, короткозамыкатели. Предохранители. Разрядники, ограничители перенапряжений.»

1. Электрическая дуга и принципы ее гашения.
2. Высоковольтные выключатели переменного тока. Масляные выключатели. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
3. Элегазовые выключатели. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
4. Вакуумные выключатели. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
5. Воздушные и электромагнитные выключатели. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
6. Быстродействующие выключатели постоянного тока. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
7. Бездуговые выключатели переменного тока. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
8. Бездуговые выключатели постоянного тока. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
9. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
10. Изоляторы, шины, кабели. Классификация. Достоинства и недостатки.
11. Разрядники, ограничители перенапряжений. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
12. Измерительные трансформаторы тока. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.

13.Измерительные трансформаторы напряжения. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 2. Устройства специального назначения, используемые в электроустановках.»

- 1.Реакторы. Классификация. Область применения.
- 2.Конденсаторы. Классификация. Область применения.
- 3.Фильтрующие устройства. Область применения.
- 4.Компенсирующие устройства. Классификация. Область применения.
- 5.Разрядные устройства. Область применения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 3. Источники питания собственных нужд и вторичных цепей электроустановок.»

- 1.Классификация источников питания собственных нужд.
- 2.Трансформаторы собственных нужд. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Их потребители.
- 3.Аккумуляторные батареи. Основные конструктивные узлы. Принцип действия. Их потребители.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 4. Перспективные виды оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанций.»

- 1.Перспективные виды высоковольтных выключателей. Их достоинства.
- 2.Перспективные виды разъединителей. Их достоинства.
- 3.Перспективные виды измерительных аппаратов. Их достоинства.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема практического занятия: Принципы выбора и проверки электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций. Расчет параметров и выбор источников питания собственных нужд.»

- 1.Условия выбора электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций.
- 2.Условия проверки электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций.
- 3.Технология выбора источников питания собственных нужд.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 1. Общие сведения о заземляющих устройствах. Заземляющие устройства тяговых подстанций переменного тока. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного тока.»

- 1.Назначение и конструкция заземляющих устройств.
- 2.Особенности исполнения заземляющих устройств тяговых подстанций переменного тока.
- 3.Особенности исполнения заземляющих устройств тяговых подстанций постоянного тока.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 2. Общие требования к компоновке подстанций. Открытые РУ-110 (220), 35 кВ. Комплектные РУ-10 кВ наружной и внутренней установки. Распределительные устройства тягового напряжения.»

- 1.Общие требования к компоновке подстанций.
- 2.Типы конструктивного исполнения РУ-110 (220) кВ.

3. Типы конструктивного исполнения РУ-35 кВ.
4. Типы конструктивного исполнения РУ-6(10) кВ.
5. Типы конструктивного исполнения РУ-27,5 кВ, РУ-2х27,5 кВ, РУ-3,3 кВ.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
 «Тема 3. Расчет стоимости подстанции. Расчет стоимости строительных и монтажных работ. Определение эксплуатационных расходов. Расчет себестоимости электроэнергии.»

1. Порядок расчета стоимости подстанции.
2. Порядок расчета стоимости строительных и монтажных работ.
3. Порядок расчета эксплуатационных расходов.
4. Расчет себестоимости электроэнергии, перерабатываемой подстанцией.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
 «Тема практического занятия: Расчет параметров заземляющего устройства электроустановки. Расчет технико-экономических параметров электроустановки. Разработка конструктивных чертежей электроустановок.»

1. Технология расчета основных параметров заземляющего устройства трансформаторной подстанции.
2. Технология расчета основных параметров заземляющего устройства тяговой подстанции.
3. Основные нормируемые показатели заземляющих устройств.
4. Расчет технико-экономических параметров электроустановки.
5. Требования к исполнению конструктивных чертежей электроустановок.

### 3.2 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач  
 «Тема 2. Силовое оборудование подстанций. Выбор главных понижающих трансформаторов тяговых подстанций. Выбор преобразовательных агрегатов.»

В соответствии с приведенными в таблицах 3.2.1-3.2.7 по вариантам исходными данными требуется выполнить следующие задания согласно варианта, определенного преподавателем:

Задание №1 “Выбор силовых трансформаторов для трансформаторной подстанции”:

1. Определить расчетную мощность обмотки, питающей районные потребители.
2. Выбрать силовые трансформаторы для трансформаторной подстанции.

Задание №2 “Выбор силовых трансформаторов для тяговой подстанции”:

1. Определить расчетную мощность тяговой и других обмоток силового трансформатора на тяговой подстанции.
2. Выбрать силовое оборудование для тяговых подстанций постоянного тока, переменного тока систем тяги 1х25 кВ и 2х25 кВ.

Таблица 3.2.1 - Исходные данные к заданиям

| Номер варианта                   | 1          | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7          | 8 | 9 |
|----------------------------------|------------|---|---|------------|---|---|------------|---|---|
| Род тока тяговой подстанции (ТП) | постоянный |   |   | переменный |   |   | переменный |   |   |
| Тип (ТП) или трансформатор-      | опорная    |   |   | транзитная |   |   | отпаечная  |   |   |

|                                                           |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|--------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| ной подстанции (ТрП)                                      |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
| Число вводов ТП (ТрП)                                     | 4      | 5    | 6    | 2       | 2    | 2    | 2         | 2    | 2    |
| Напряжение вводов ТП (ТрП), кВ                            | 110    | 220  | 220  | 110     | 220  | 220  | 110       | 220  | 220  |
| Уном тягового РУ, кВ                                      | 3,3 кВ |      |      | 27,5 кВ |      |      | 2х27,5 кВ |      |      |
| Уном районных потребителей (РП), кВ                       | 35     | 10   | 35   | 35      | 10   | 10   | 35        | 10   | 10   |
| Номера РП из таблицы 1                                    | 1      | 1    | 1    | 2       | 2    | 2    | 4         | 4    | 4    |
|                                                           | 2      | 3    | 5    | 5       | 4    | 7    | 7         | 5    | 6    |
|                                                           | 3      | 5    | 4    | 1       | 3    | 3    | 2         | 2    | 5    |
| $P_{уст.1}$ , МВт                                         | 75     | 80   | 90   | 25      | 60   | 65   | 39        | 44   | 50   |
| $K_{с1}$                                                  | 0,20   | 0,21 | 0,23 | 0,31    | 0,32 | 0,34 | 0,44      | 0,46 | 0,47 |
| $\cos\varphi_1$                                           | 0,68   | 0,70 | 0,74 | 0,86    | 0,80 | 0,81 | 0,67      | 0,68 | 0,73 |
| $P_{уст.2}$ , МВт                                         | 20     | 15   | 5    | 5       | 10   | 28   | 35        | 15   | 3,2  |
| $K_{с2}$                                                  | 0,50   | 0,40 | 0,30 | 0,50    | 0,35 | 0,48 | 0,22      | 0,40 | 0,23 |
| $\cos\varphi_2$                                           | 0,78   | 0,70 | 0,65 | 0,84    | 0,66 | 0,73 | 0,78      | 0,82 | 0,70 |
| $P_{уст.3}$ , МВт                                         | 12     | 7    | 5    | 75      | 14   | 12   | 25        | 18   | 6,2  |
| $K_{с3}$                                                  | 0,35   | 0,33 | 0,30 | 0,30    | 0,32 | 0,38 | 0,42      | 0,35 | 0,36 |
| $\cos\varphi_3$                                           | 0,68   | 0,62 | 0,65 | 0,68    | 0,66 | 0,73 | 0,75      | 0,72 | 0,68 |
| Ток поезда по фидерным зонам (ФЗ) 1-2 $I_{П}$ , А         | 600    | 650  | 750  | 440     | 340  | 310  | -         | -    | -    |
| Ток поезда по ФЗ 3-4 $I_{П}$ , А                          | 1200   | 1020 | 1040 | 110     | 130  | 145  | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 1-2 $N_{ф}$              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 3-4 $N_{ф}$              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Ток плеча питания (для системы тяги 2х25 кВ) $I_{пл}$ , А | -      | -    | -    | -       | -    | -    | 850       | 760  | 685  |

Таблица 3.2.2 - Исходные данные к заданиям

|                                                |            |    |    |            |    |    |            |    |    |
|------------------------------------------------|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|
| Номер варианта                                 | 10         | 11 | 12 | 13         | 14 | 15 | 16         | 17 | 18 |
| Род тока тяговой подстанции (ТП)               | постоянный |    |    | переменный |    |    | переменный |    |    |
| Тип (ТП) или трансформаторной подстанции (ТрП) | опорная    |    |    | транзитная |    |    | тупиковая  |    |    |
| Число вводов ТП (ТрП)                          | 4          | 5  | 6  | 2          | 2  | 2  | 2          | 2  | 2  |

|                                                           |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|--------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| Напряжение вводов ТП (ТрП), кВ                            | 110    | 220  | 110  | 110     | 220  | 220  | 220       | 220  | 110  |
| Уном тягового РУ, кВ                                      | 3,3 кВ |      |      | 27,5 кВ |      |      | 2х27,5 кВ |      |      |
| Уном районных потребителей (РП), кВ                       | 35     | 10   | 35   | 35      | 10   | 10   | 35        | 10   | 10   |
| Номера РП из таблицы 1                                    | 1      | 1    | 1    | 3       | 2    | 2    | 4         | 4    | 2    |
|                                                           | 2      | 3    | 7    | 5       | 4    | 7    | 10        | 5    | 6    |
|                                                           | 5      | 4    | 4    | 1       | 5    | 11   | 2         | 9    | 5    |
| $P_{уст.1}$ , МВт                                         | 75     | 80   | 90   | 15      | 60   | 65   | 39        | 44   | 50   |
| $K_{с1}$                                                  | 0,20   | 0,21 | 0,23 | 0,40    | 0,32 | 0,34 | 0,44      | 0,46 | 0,47 |
| $\cos\varphi_1$                                           | 0,68   | 0,70 | 0,74 | 0,70    | 0,80 | 0,81 | 0,67      | 0,68 | 0,73 |
| $P_{уст.2}$ , МВт                                         | 20     | 15   | 5    | 5       | 10   | 28   | 35        | 15   | 20   |
| $K_{с2}$                                                  | 0,50   | 0,40 | 0,30 | 0,50    | 0,35 | 0,48 | 0,22      | 0,40 | 0,50 |
| $\cos\varphi_2$                                           | 0,78   | 0,70 | 0,65 | 0,84    | 0,66 | 0,73 | 0,78      | 0,82 | 0,78 |
| $P_{уст.3}$ , МВт                                         | 7      | 17   | 15   | 75      | 10   | 2    | 25        | 25   | 6,2  |
| $K_{с3}$                                                  | 0,33   | 0,38 | 0,32 | 0,30    | 0,34 | 0,48 | 0,42      | 0,25 | 0,36 |
| $\cos\varphi_3$                                           | 0,62   | 0,70 | 0,75 | 0,68    | 0,66 | 0,73 | 0,75      | 0,68 | 0,68 |
| Ток поезда по фидерным зонам (ФЗ) 1-2 $I_{П}$ , А         | 600    | 650  | 750  | 440     | 340  | 310  | -         | -    | -    |
| Ток поезда по ФЗ 3-4 $I_{П}$ , А                          | 1200   | 1020 | 1040 | 110     | 130  | 145  | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 1-2 $N_{\phi}$           | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 3-4 $N_{\phi}$           | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Ток плеча питания (для системы тяги 2х25 кВ) $I_{пл}$ , А | -      | -    | -    | -       | -    | -    | 850       | 760  | 685  |

Таблица 3.2.3 - Исходные данные к заданиям

|                                                |            |   |   |            |   |   |                       |   |   |
|------------------------------------------------|------------|---|---|------------|---|---|-----------------------|---|---|
| Номер варианта                                 | 1          | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7                     | 8 | 9 |
| Род тока тяговой подстанции (ТП)               | постоянный |   |   | переменный |   |   | переменный            |   |   |
| Тип (ТП) или трансформаторной подстанции (ТрП) | опорная    |   |   | транзитная |   |   | отпаечная (тупиковая) |   |   |
| Число вводов ТП (ТрП)                          | 4          | 5 | 6 | 2          | 2 | 2 | 2                     | 2 | 2 |

|                                                           |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|--------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| Напряжение вводов ТП (ТрП), кВ                            | 110    | 220  | 220  | 110     | 220  | 20   | 110       | 220  | 220  |
| Уном тягового РУ, кВ                                      | 3,3 кВ |      |      | 27,5 кВ |      |      | 2х27,5 кВ |      |      |
| Уном районных потребителей (РП), кВ                       | 35     | 10   | 35   | 35      | 10   | 10   | 35        | 10   | 10   |
| Номера РП из таблицы 1                                    | 1      | 1    | 1    | 2       | 2    | 2    | 4         | 4    | 4    |
|                                                           | 2      | 3    | 5    | 5       | 4    | 7    | 7         | 5    | 6    |
|                                                           | 3      | 5    | 4    | 1       | 3    | 3    | 2         | 2    | 5    |
| $P_{уст.1}$ , МВт                                         | 75     | 80   | 90   | 25      | 60   | 65   | 39        | 44   | 50   |
| $K_{c1}$                                                  | 0,20   | 0,21 | 0,23 | 0,31    | 0,32 | 0,34 | 0,44      | 0,46 | 0,47 |
| $\cos\varphi_1$                                           | 0,68   | 0,70 | 0,74 | 0,86    | 0,80 | 0,81 | 0,67      | 0,68 | 0,73 |
| $P_{уст.2}$ , МВт                                         | 20     | 15   | 5    | 5       | 10   | 28   | 35        | 15   | 3.2  |
| $K_{c2}$                                                  | 0,50   | 0,40 | 0,30 | 0,50    | 0,35 | 0,48 | 0,22      | 0,40 | 0,23 |
| $\cos\varphi_2$                                           | 0,78   | 0,70 | 0,65 | 0,84    | 0,66 | 0,73 | 0,78      | 0,82 | 0,70 |
| $P_{уст.3}$ , МВт                                         | 12     | 7    | 5    | 75      | 14   | 12   | 25        | 18   | 6.2  |
| $K_{c3}$                                                  | 0,35   | 0,33 | 0,30 | 0,30    | 0,32 | 0,38 | 0,42      | 0,35 | 0,36 |
| $\cos\varphi_3$                                           | 0,68   | 0,62 | 0,65 | 0,68    | 0,66 | 0,73 | 0,75      | 0,72 | 0,68 |
| Ток поезда по фидерным зонам (ФЗ) 1-2 $I_{П}$ , А         | 600    | 650  | 750  | 440     | 340  | 310  | -         | -    | -    |
| Ток поезда по ФЗ 3-4 $I_{П}$ , А                          | 1200   | 1020 | 1040 | 110     | 130  | 145  | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 1-2 $N_{\phi}$           | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 3-4 $N_{\phi}$           | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Ток плеча питания (для системы тяги 2х25 кВ) $I_{пл}$ , А | -      | -    | -    | -       | -    | -    | 850       | 760  | 685  |

Таблица 3.2.4 - Исходные данные к заданиям

|                                                |            |   |   |            |   |   |                       |   |   |
|------------------------------------------------|------------|---|---|------------|---|---|-----------------------|---|---|
| Номер варианта                                 | 1          | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7                     | 8 | 9 |
| Род тока тяговой подстанции (ТП)               | постоянный |   |   | переменный |   |   | переменный            |   |   |
| Тип (ТП) или трансформаторной подстанции (ТрП) | опорная    |   |   | транзитная |   |   | отпаечная (тупиковая) |   |   |
| Число вводов ТП (ТрП)                          | 4          | 5 | 6 | 2          | 2 | 2 | 2                     | 2 | 2 |

|                                                           |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|--------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| Напряжение вводов ТП (ТрП), кВ                            | 110    | 220  | 220  | 110     | 220  | 20   | 110       | 220  | 220  |
| Уном тягового РУ, кВ                                      | 3,3 кВ |      |      | 27,5 кВ |      |      | 2х27,5 кВ |      |      |
| Уном районных потребителей (РП), кВ                       | 35     | 10   | 35   | 35      | 10   | 10   | 35        | 10   | 10   |
| Номера РП из таблицы 1                                    | 1      | 1    | 1    | 2       | 2    | 2    | 4         | 4    | 4    |
|                                                           | 2      | 3    | 5    | 5       | 4    | 7    | 7         | 5    | 6    |
|                                                           | 3      | 5    | 4    | 1       | 3    | 3    | 2         | 2    | 5    |
| $P_{уст.1}$ , МВт                                         | 75     | 80   | 90   | 25      | 60   | 65   | 39        | 44   | 50   |
| $K_{с1}$                                                  | 0,20   | 0,21 | 0,23 | 0,31    | 0,32 | 0,34 | 0,44      | 0,46 | 0,47 |
| $\cos\varphi_1$                                           | 0,68   | 0,70 | 0,74 | 0,86    | 0,80 | 0,81 | 0,67      | 0,68 | 0,73 |
| $P_{уст.2}$ , МВт                                         | 20     | 15   | 5    | 5       | 10   | 28   | 35        | 15   | 3.2  |
| $K_{с2}$                                                  | 0,50   | 0,40 | 0,30 | 0,50    | 0,35 | 0,48 | 0,22      | 0,40 | 0,23 |
| $\cos\varphi_2$                                           | 0,78   | 0,70 | 0,65 | 0,84    | 0,66 | 0,73 | 0,78      | 0,82 | 0,70 |
| $P_{уст.3}$ , МВт                                         | 12     | 7    | 5    | 75      | 14   | 12   | 25        | 18   | 6.2  |
| $K_{с3}$                                                  | 0,35   | 0,33 | 0,30 | 0,30    | 0,32 | 0,38 | 0,42      | 0,35 | 0,36 |
| $\cos\varphi_3$                                           | 0,68   | 0,62 | 0,65 | 0,68    | 0,66 | 0,73 | 0,75      | 0,72 | 0,68 |
| Ток поезда по фидерным зонам (ФЗ) 1-2 $I_{п}$ , А         | 600    | 650  | 750  | 440     | 340  | 310  | -         | -    | -    |
| Ток поезда по ФЗ 3-4 $I_{п}$ , А                          | 1200   | 1020 | 1040 | 110     | 130  | 145  | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 1-2 $N_{ф}$              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 3-4 $N_{ф}$              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Ток плеча питания (для системы тяги 2х25 кВ) $I_{пл}$ , А | -      | -    | -    | -       | -    | -    | 850       | 760  | 685  |

Таблица 3.2.5 - Исходные данные к заданиям

|                                                |            |   |   |            |   |   |                       |   |   |
|------------------------------------------------|------------|---|---|------------|---|---|-----------------------|---|---|
| Номер варианта                                 | 1          | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7                     | 8 | 9 |
| Род тока тяговой подстанции (ТП)               | постоянный |   |   | переменный |   |   | переменный            |   |   |
| Тип (ТП) или трансформаторной подстанции (ТрП) | опорная    |   |   | транзитная |   |   | отпаечная (тупиковая) |   |   |
| Число вводов ТП (ТрП)                          | 4          | 5 | 6 | 2          | 2 | 2 | 2                     | 2 | 2 |

|                                                           |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
|-----------------------------------------------------------|--------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| Напряжение вводов ТП (ТрП), кВ                            | 110    | 220  | 220  | 110     | 220  | 20   | 110       | 220  | 220  |
| Уном тягового РУ, кВ                                      | 3,3 кВ |      |      | 27,5 кВ |      |      | 2х27,5 кВ |      |      |
| Уном районных потребителей (РП), кВ                       | 35     | 10   | 35   | 35      | 10   | 10   | 35        | 10   | 10   |
| Номера РП из таблицы 1                                    | 1      | 1    | 1    | 2       | 2    | 2    | 4         | 4    | 4    |
|                                                           | 2      | 3    | 5    | 5       | 4    | 7    | 7         | 5    | 6    |
|                                                           | 3      | 5    | 4    | 1       | 3    | 3    | 2         | 2    | 5    |
| $P_{уст.1}$ , МВт                                         | 75     | 80   | 90   | 25      | 60   | 65   | 39        | 44   | 50   |
| $K_{c1}$                                                  | 0,20   | 0,21 | 0,23 | 0,31    | 0,32 | 0,34 | 0,44      | 0,46 | 0,47 |
| $\cos\varphi_1$                                           | 0,68   | 0,70 | 0,74 | 0,86    | 0,80 | 0,81 | 0,67      | 0,68 | 0,73 |
| $P_{уст.2}$ , МВт                                         | 20     | 15   | 5    | 5       | 10   | 28   | 35        | 15   | 3.2  |
| $K_{c2}$                                                  | 0,50   | 0,40 | 0,30 | 0,50    | 0,35 | 0,48 | 0,22      | 0,40 | 0,23 |
| $\cos\varphi_2$                                           | 0,78   | 0,70 | 0,65 | 0,84    | 0,66 | 0,73 | 0,78      | 0,82 | 0,70 |
| $P_{уст.3}$ , МВт                                         | 12     | 7    | 5    | 75      | 14   | 12   | 25        | 18   | 6.2  |
| $K_{c3}$                                                  | 0,35   | 0,33 | 0,30 | 0,30    | 0,32 | 0,38 | 0,42      | 0,35 | 0,36 |
| $\cos\varphi_3$                                           | 0,68   | 0,62 | 0,65 | 0,68    | 0,66 | 0,73 | 0,75      | 0,72 | 0,68 |
| Ток поезда по фидерным зонам (ФЗ) 1-2 $I_{п}$ , А         | 600    | 650  | 750  | 440     | 340  | 310  | -         | -    | -    |
| Ток поезда по ФЗ 3-4 $I_{п}$ , А                          | 1200   | 1020 | 1040 | 110     | 130  | 145  | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 1-2 $N_{ф}$              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 3-4 $N_{ф}$              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Ток плеча питания (для системы тяги 2х25 кВ) $I_{пл}$ , А | -      | -    | -    | -       | -    | -    | 850       | 760  | 685  |

Таблица 3.2.6 - Исходные данные к заданиям

|                                                |            |   |   |            |   |   |                      |   |   |
|------------------------------------------------|------------|---|---|------------|---|---|----------------------|---|---|
| Номер варианта                                 | 1          | 2 | 3 | 4          | 5 | 6 | 7                    | 8 | 9 |
| Род тока тяговой подстанции (ТП)               | постоянный |   |   | переменный |   |   | переменный           |   |   |
| Тип (ТП) или трансформаторной подстанции (ТрП) | опорная    |   |   | транзитная |   |   | отпавная (тупиговая) |   |   |
| Число вводов ТП (ТрП)                          | 4          | 5 | 6 | 2          | 2 | 2 | 2                    | 2 | 2 |

|                                                                  |        |      |      |         |      |      |           |      |      |
|------------------------------------------------------------------|--------|------|------|---------|------|------|-----------|------|------|
| Напряжение вводов ТП (ТрП), кВ                                   | 110    | 220  | 220  | 110     | 220  | 20   | 110       | 220  | 220  |
| Уном тягового РУ, кВ                                             | 3,3 кВ |      |      | 27,5 кВ |      |      | 2х27,5 кВ |      |      |
| Уном районных потребителей (РП), кВ                              | 35     | 10   | 35   | 35      | 10   | 10   | 35        | 10   | 10   |
| Номера РП из таблицы 1                                           | 1      | 1    | 1    | 2       | 2    | 2    | 4         | 4    | 4    |
|                                                                  | 2      | 3    | 5    | 5       | 4    | 7    | 7         | 5    | 6    |
|                                                                  | 3      | 5    | 4    | 1       | 3    | 3    | 2         | 2    | 5    |
| Р <sub>уст.1</sub> , МВт                                         | 75     | 80   | 90   | 25      | 60   | 65   | 39        | 44   | 50   |
| К <sub>с1</sub>                                                  | 0,20   | 0,21 | 0,23 | 0,31    | 0,32 | 0,34 | 0,44      | 0,46 | 0,47 |
| cosφ <sub>1</sub>                                                | 0,68   | 0,70 | 0,74 | 0,86    | 0,80 | 0,81 | 0,67      | 0,68 | 0,73 |
| Р <sub>уст.2</sub> , МВт                                         | 20     | 15   | 5    | 5       | 10   | 28   | 35        | 15   | 3.2  |
| К <sub>с2</sub>                                                  | 0,50   | 0,40 | 0,30 | 0,50    | 0,35 | 0,48 | 0,22      | 0,40 | 0,23 |
| cosφ <sub>2</sub>                                                | 0,78   | 0,70 | 0,65 | 0,84    | 0,66 | 0,73 | 0,78      | 0,82 | 0,70 |
| Р <sub>уст.3</sub> , МВт                                         | 12     | 7    | 5    | 75      | 14   | 12   | 25        | 18   | 6.2  |
| К <sub>с3</sub>                                                  | 0,35   | 0,33 | 0,30 | 0,30    | 0,32 | 0,38 | 0,42      | 0,35 | 0,36 |
| cosφ <sub>3</sub>                                                | 0,68   | 0,62 | 0,65 | 0,68    | 0,66 | 0,73 | 0,75      | 0,72 | 0,68 |
| Ток поезда по фидерным зонам (ФЗ) 1-2 I <sub>п</sub> , А         | 600    | 650  | 750  | 440     | 340  | 310  | -         | -    | -    |
| Ток поезда по ФЗ 3-4 I <sub>п</sub> , А                          | 1200   | 1020 | 1040 | 110     | 130  | 145  | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 1-2 N <sub>ф</sub>              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Максимальное число поездов на ФЗ 3-4 N <sub>ф</sub>              | 2      | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | -         | -    | -    |
| Ток плеча питания (для системы тяги 2х25 кВ) I <sub>пл</sub> , А | -      | -    | -    | -       | -    | -    | 850       | 760  | 685  |

Таблица 3.2.7 - Типовые суточные графики потребителей

| Мощность потребителя по часам суток п, % |             |    |    |    |     |    |    |    |     |    |     |    |
|------------------------------------------|-------------|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|-----|----|
| Часы                                     | Потребители |    |    |    |     |    |    |    |     |    |     |    |
|                                          | 1           | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  | 9   | 10 | 11  | 12 |
| 0–1                                      | 50          | 70 | 68 | 35 | 30  | 30 | 52 | 46 | 75  | 32 | 86  | 50 |
| 2                                        | 52          | 81 | 70 | 34 | 24  | 60 | 46 | 50 | 48  | 30 | 76  | 25 |
| 3                                        | 48          | 72 | 68 | 33 | 24  | 44 | 39 | 46 | 66  | 32 | 100 | 25 |
| 4                                        | 46          | 82 | 64 | 32 | 24  | 10 | 30 | 50 | 48  | 24 | 86  | 25 |
| 5                                        | 48          | 78 | 68 | 30 | 90  | 30 | 34 | 52 | 100 | 22 | 38  | 25 |
| 6                                        | 50          | 80 | 70 | 32 | 90  | 38 | 30 | 55 | 30  | 25 | 38  | 25 |
| 7                                        | 52          | 82 | 68 | 36 | 100 | 28 | 38 | 58 | 44  | 38 | 86  | 40 |
| 8                                        | 67          | 72 | 71 | 61 | 98  | 64 | 45 | 76 | 35  | 34 | 38  | 54 |

|    |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |     |
|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 9  | 92  | 94  | 94  | 94  | 70 | 20  | 80  | 96  | 78  | 76  | 26 | 54  |
| 10 | 100 | 96  | 100 | 100 | 40 | 55  | 100 | 88  | 94  | 94  | 38 | 45  |
| 11 | 96  | 98  | 98  | 94  | 40 | 84  | 90  | 86  | 74  | 90  | 38 | 45  |
| 12 | 81  | 94  | 96  | 75  | 60 | 96  | 66  | 100 | 100 | 76  | 26 | 36  |
| 13 | 83  | 90  | 94  | 70  | 80 | 54  | 74  | 54  | 55  | 54  | 26 | 36  |
| 14 | 91  | 95  | 98  | 94  | 95 | 90  | 90  | 74  | 98  | 90  | 38 | 36  |
| 15 | 90  | 90  | 94  | 86  | 90 | 80  | 86  | 96  | 86  | 100 | 26 | 45  |
| 16 | 82  | 88  | 90  | 78  | 50 | 55  | 60  | 88  | 64  | 76  | 26 | 60  |
| 17 | 83  | 81  | 92  | 72  | 40 | 40  | 64  | 90  | 44  | 70  | 26 | 95  |
| 18 | 84  | 100 | 94  | 82  | 40 | 80  | 70  | 58  | 6   | 86  | 38 | 100 |
| 19 | 81  | 98  | 90  | 80  | 40 | 100 | 64  | 66  | 64  | 64  | 26 | 100 |
| 20 | 75  | 100 | 88  | 70  | 44 | 24  | 50  | 86  | 100 | 55  | 26 | 100 |
| 21 | 78  | 92  | 88  | 72  | 44 | 65  | 54  | 82  | 78  | 48  | 26 | 100 |
| 22 | 73  | 90  | 82  | 79  | 35 | 75  | 82  | 72  | 92  | 55  | 38 | 95  |
| 23 | 63  | 88  | 70  | 56  | 30 | 52  | 76  | 66  | 56  | 26  | 38 | 80  |
| 24 | 50  | 70  | 68  | 38  | 30 | 50  | 68  | 60  | 36  | 22  | 75 | 50  |

Пр и м е ч а н и е : 1 – машиностроительный завод; 2 – завод стройматериалов; 3 – хлебокомбинат; 4 – деревообрабатывающий завод; 5 – сельское производство; 6 – локомотивное депо; 7 – локомотивовогоноремонтный завод; 8 – вагонное депо; 9 – шпалопроточный завод; 10 – электротехнический завод; 11 – вокзал и освещение станции; 12 – освещение и бытовая нагрузка.

### 3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Темы лабораторных занятий: Вводный инструктаж в учебной лаборатории. Ознакомление с оборудованием. 1.Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Блокировки безопасности, запрещающие и оперативные. 2.Элегазовый трансформатор тока ТРГ-110. 3.Разрядники переменного и постоянного тока. 4.Измерительные трансформаторы тока. 5.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМП-10. 6. Привод ВМП-10. 7.Испытания силовых трансформаторов.»

Лабораторная работа «Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Блокировки безопасности, запрещающие и оперативные»

Изучить назначение, конструкцию, принцип действия, классификацию разъединителей, отделителей, короткозамыкателей; ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию и ремонту данных аппаратов; освоить назначение и принцип работы блокировок.

1. Назначение разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.
2. Конструкция и принцип действия изученных аппаратов.
3. В каких случаях разрешается отключать разъединителями цепи под нагрузкой?
4. Назначение и виды блокировок аппаратов.
5. Принцип действия электромагнитной блокировки выключателей и разъединителей.
6. Совместная работа отделителей и короткозамыкателей.
7. Испытания разъединителей.

#### Лабораторная работа «Элегазовый трансформатор тока ТРГ-110»

Изучить назначение, конструкцию, принцип действия трансформатора тока ТРГ-110; оценить свойства элегаза; ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию и ремонту данных аппаратов.

1. Назначение трансформатора тока.
2. Каковы физико-химические и электрические свойства элегаза?
3. Поясните принцип действия трансформатора тока.
4. Почему не совпадают номинальный и действительный коэффициенты трансформации трансформаторов тока?
5. Основные технические данные ТРГ-110.
6. Конструкция ТРГ-110.
7. Каковы преимущества трансформаторов серии ТРГ?
8. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации элегазовых трансформаторов тока?
9. Основные правила хранения элегаза?
10. В чем заключается эксплуатация элегазовых трансформаторов тока?
11. Как определить ток намагничивания ТРГ-110?
12. Как измерить коэффициент трансформации трансформатора тока?

#### Лабораторная работа «Разрядники переменного и постоянного тока»

Изучить назначение, конструкцию, принцип действия, классификацию разрядников переменного и постоянного тока; ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию и ремонту данных аппаратов..

1. Назначение разрядников.
2. Что является основой конструкции разрядников переменного и постоянного тока?
3. Назовите состав материала нелинейных резисторов.
4. Поясните свойства нелинейных резисторов.
5. Принцип разрядников переменного и постоянного тока.
6. Основные технические данные разрядников различных типов.
7. Каковы особенности разрядников постоянного тока?
8. Что входит в объем испытаний разрядников?

#### Лабораторная работа «Измерительные трансформаторы тока»

Изучить принцип действия измерительных трансформаторов тока, усвоить основные соотношения, ознакомиться с конструкцией современных трансформаторов тока, научиться проверять трансформаторы тока с помощью аппарата типа К507 - реализуется в форме практической подготовки..

1. Назначение измерительных ТТ.
2. Нарисовать схему включения ТТ, его условное обозначение на схеме.
3. Нарисовать и объяснить векторную диаграмму ТТ.
4. Объяснить, почему действительный коэффициент трансформации ТТ не остается постоянным при изменении измеряемого тока.

5. Что называется погрешностью тока и угловой погрешностью ТТ?
6. Что называется номинальной нагрузкой ТТ?
7. Дать классификацию трансформаторов тока по конструкции, роду установки, способу применения, устройству первичной обмотки, роду изоляции обмоток.
8. Дать краткую техническую характеристику по буквам и числам в обозначении типа ТТ: ТВЛМ-6-УЗ, ТЛМ10-УЗ, ТПЛК10-У, ТЛШ10-У, ТФЗМ-35-У1, ТФРМ500-У1.
9. Назвать методы проверок трансформаторов тока. Что входит в состав проверки ТТ?
10. На каком методе основана работа аппарата К507? Дать краткую характеристику аппарата К507.

#### Лабораторная работа «Высоковольтный маломасляный выключатель ВМП-10»

Изучить принцип действия и конструкцию выключателей высокого напряжения серии ВМП; ознакомиться с объемом их испытаний; получить практические навыки испытаний масляных выключателей напряжением до 10 кВ; ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию и ремонту данных аппаратов - реализуется в форме практической подготовки.

1. Назначение масла в маломасляных выключателях.
2. Поясните процесс гашения дуги переменного тока.
3. Назвать основные части выключателя, полюса выключателя, показать их на лабораторной установке.
4. В каком объеме испытываются масляные выключатели напряжением 10 кВ.
5. Расскажите о порядке испытаний выключателя, проведенных в процессе выполнения лабораторной работы.

#### Лабораторная работа «Испытания силовых трансформаторов»

Изучить виды испытаний силовых трансформаторов и контролируемые в ходе испытаний параметры трансформаторов.

1. Перечислить виды испытаний силовых трансформаторов.
2. Как осуществляются замеры коэффициента трансформации и сопротивлений обмоток постоянному току.
3. Технология испытания магнитопровода.
4. Измерение характеристик изоляции обмоток трансформатора.
5. Проверка группы соединения обмоток.
6. Испытание главной изоляции повышенным напряжением.
7. Проверка работы переключающего устройства и снятие круговой диаграммы

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Темы лабораторных занятий: 1.Ограничители перенапряжений. 2.Высоковольтный вакуумный выключатель ВБН-27,5. 3.Быстродействующий автоматический выключатель ВАБ-43. 4.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМУЭ-27,5. 5.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВ/TEL-10. 6.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВТЭ-10. 7.Многообъемный масляный выключатель МКП-110. 8. Измерительные трансформаторы напряжения. 9.Элегазовый выключатель ВГТЗ-110. 10.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМТ- 110. 11. Переключающее устройство РС-4. Защита лабораторных работ.»

#### Лабораторная работа «Ограничители перенапряжений»

Изучить принцип действия и конструкцию ограничителей перенапряжений, ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию данных аппаратов.

1. Назначение ОПН.
2. Что является основой конструкции ограничителя перенапряжений?
3. Назовите состав нелинейных резисторов.

4. Поясните свойства нелинейных резисторов.
5. Принцип действия ОПН.
6. Основные технические данные ОПН различных типов.
7. Конструкция ОПН/TEL разных типов.
8. Каковы особенности ОПН/TEL различных типов?
6. В чем особенность техобслуживания ОПН/TEL?
7. Каковы преимущества ОПН/TEL?
8. Каковы недостатки ОПН/TEL?
9. Как осуществляется монтаж изучаемых ограничителей перенапряжения?

#### Лабораторная работа «Высоковольтный вакуумный выключатель ВБН-27,5»

Изучить принцип действия и конструкцию высоковольтного вакуумного выключателя ВБН-27,5П-20/1600- УХЛ1, ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию данных аппаратов, выполнить необходимые испытания - реализуется в форме практической подготовки. .

1. Назначение и технические данные выключателя ВБН-27,5.
2. Основные узлы выключателя ВБН-27,5 .
3. Конструкция полюса, камеры и привода ВБН-27,5.
4. Принцип действия выключателя ВБН-27,5.
5. Порядок испытаний выключателя ВБН-27,5.

#### Лабораторная работа «Быстродействующий автоматический выключатель ВАБ-43»

Изучить принцип действия и конструкцию быстродействующего выключателя постоянного тока ВАБ-43, ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию данных аппаратов, выполнить необходимые испытания - реализуется в форме практической подготовки.

1. Назначение быстродействующих выключателей.
2. Какие две функции сочетают в себе быстродействующие выключатели?
3. Классификация быстродействующих выключателей.
4. Основные конструктивные части выключателей и их назначение.
5. Порядок работы схем управления выключателями при включении.
6. Порядок работы схем управления выключателями при отключении тока нормального режима работы цепи.
7. Порядок работы схем управления выключателями при отключении тока аварийного режима работы цепи.
8. Чем достигается и какими процессами объясняется быстродействие выключателя ВАБ-43?
9. Какие способы гашения дуги реализованы в камере выключателя ВАБ-43?
10. Принцип осуществления оперативного включения, оперативного отключения, автоматического отключения ВАБ-43.
11. Виды работ, выполняемых при осмотре, испытаниях, текущем и капитальном ремонтах выключателей.

#### Лабораторная работа «Высоковольтный маломасляный выключатель ВМУЭ-27,5»

Изучить принцип действия и конструкцию высоковольтного вакуумного выключателя ВБН-27,5П-20/1600- УХЛ1, ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию данных аппаратов.

1. Назначение и технические данные выключателя ВМУЭ-27,5.
2. Основные узлы выключателя ВМУЭ -27,5.
3. Конструкция полюса, камеры и привода ВМУЭ -27,5.
4. Принцип действия выключателя ВМУЭ -27,5.
5. Порядок испытаний выключателя ВМУЭ -27,5.

### Лабораторная работа «Высоковольтный вакуумный выключатель ВВ/TEL-10»

Изучить назначение, конструкцию и принцип действия высоковольтных вакуумных выключателей серии ВВ/TEL-10, указания по техническому обслуживанию.

1. Назначение и технические данные выключателя ВВ/TEL-10.
2. Основные узлы выключателя ВВ/TEL-10.
3. Конструкция полюса, камеры и привода ВВ/TEL-10.
4. Принцип действия выключателя ВВ/TEL-10.
5. Вопросы эксплуатации выключателя ВВ/TEL-10.

### Лабораторная работа «Многообъемный масляный выключатель МКП-110»

Изучить назначение, конструкцию и принцип действия высоковольтных многообъемных масляных выключателей серии МКП-110, указания по техническому обслуживанию.

1. Назначение и технические данные выключателя МКП-110.
2. Основные узлы выключателя МКП-110.
3. Конструкция полюса, камеры и привода МКП-110.
4. Принцип действия выключателя МКП-110.
5. Вопросы эксплуатации выключателя МКП-110.

### Лабораторная работа «Элегазовый выключатель ВГТЗ-110»

Изучить назначение, конструкцию и принцип действия высоковольтных элегазовых выключателей серии ВГТЗ-110, указания по техническому обслуживанию.

1. Назначение выключателя ВГТЗ-110.
2. Каковы физико-химические и электрические свойства элегаза?
3. Поясните принцип действия выключателя ВГТЗ-110.
4. В чем заключаются преимущества гашения дуги в элегазе?
5. Как реагирует элегазовый выключатель на воздействие повторных коммутационных перенапряжений?
6. Основные технические данные ВГТЗ-110.
7. Конструкция ВГТЗ-110.
8. Каковы преимущества выключателей серии ВГТЗ?
9. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации элегазовых выключателей?
10. Основные правила хранения элегаза?
11. Правила технического обслуживания элегазовых выключателей?

### Лабораторная работа «Высоковольтный маломасляный выключатель ВМТ-110»

Изучить назначение, конструкцию, принцип действия, классификацию выключателей серии ВМТ-110; ознакомиться с указаниями по техническому обслуживанию и ремонту данных аппаратов.

1. Назначение и технические данные выключателя ВМТ-110.
2. Основные узлы выключателя ВМТ-110.
3. Конструкция полюса, камеры и привода ВМТ-110.
4. Принцип действия выключателя ВМТ-110.
5. Вопросы эксплуатации выключателя ВМТ-110.

### Лабораторная работа «Переключающее устройство РС-4»

Изучить назначение, конструкцию устройств для регулирования напряжения силовых трансформаторов типа РС-4, их принцип действия, указания по техническому обслуживанию и ремонту.

1. Назначение переключающих устройств.
2. Конструкция ПУ РС-4.
3. Назначение избирателя, предизбирателя.
4. Отличие грубого предизбирателя от реверсора.
5. Принцип действия ПУ РС-4.
6. Виды испытаний переключающих устройств.
7. Виды работ, выполняемых при техническом обслуживании ПУ.
8. Как осуществляется сушка ПУ?

### 3.4 Типовые контрольные задания для проведения 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

| Индикатор достижения компетенции | Тема в соответствии с РПД                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Характеристика ТЗ                        | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-4.1                           | Тема 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций. Схемы внешнего электроснабжения. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
| ПК-4.1                           | Тема 2. Суточные графики электрических нагрузок потребителей. Классификация графиков нагрузок. Построение графиков нагрузок. Категорийность потребителей электроэнергии.                                                                                                                                                                                                                                                                   | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2                 | Тема 1. Классификация и назначение основных устройств подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2                 | Тема 2. Силовое оборудование подстанций. Выбор главных понижающих трансформаторов тяговых подстанций. Выбор преобразовательных агрегатов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2                 | Темы лабораторных занятий: Вводный инструктаж в учебной лаборатории. Ознакомление с оборудованием. 1.Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Блокировки безопасности, запрещающие и оперативные. 2.Элегазовый трансформатор тока ТРГ-110. 3.Разрядники переменного и постоянного тока. 4.Измерительные трансформаторы тока. 5.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМП-10. 6. Привод ВМП-10. 7.Испытания силовых трансформаторов. | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ                   |
| ПК-4.1                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Знание                                   | 2 – ОТЗ                              |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          |                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| ПК-4.2           | Тема 1. Основные требования к схемам главных электрических соединений подстанций. Схемы распределительных устройств (РУ) 110 (220) кВ. Особенности схем РУ 110 (220) кВ тяговых подстанций системы электроснабжения 2х25 кВ. Схемы РУ 35 кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 (6) кВ районных потребителей. Схемы РУ 10 кВ тяговых подстанций постоянного тока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          | 2 – ЗТЗ            |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 2. Схемы тяговых РУ. Схемы РУ 3.3 кВ постоянного тока. Схемы РУ 27.5 кВ переменного тока. Схемы РУ 2х27.5 кВ переменного тока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема практического занятия: Составление схемы главных электрических соединений тяговой подстанции. Разработка последовательности производства основных переключений в схеме тяговой подстанции на основании данных о назначении аппаратов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 1. Режимы работы нейтралей электрических сетей. Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с резонансно-заземленной нейтралью. Электрические сети с эффективно-заземленной нейтралью. Электрические сети с глухозаземленной нейтралью. Системы заземления в сетях до 1000 В.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 2. Виды замыканий в электрических сетях переменного тока. Основные расчетные соотношения в установившемся режиме. Сопротивление элементов цепи при коротком замыкании. Переходный режим при удаленных и неудаленных коротких замыканиях. Расчетный вид короткого замыкания. Система относительных единиц. Формулы перехода от обычных к относительным сопротивлениям. Практические методы расчета токов трехфазного короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В. Расчет токов короткого замыкания в цепях 380/220 В собственных нужд тяговых подстанций. Несимметричные короткие замыкания. Расчет токов короткого замыкания в РУ-27,5, РУ-2х27,5 и РУ-3,3 кВ. Электродинамическое и термическое действие тока короткого замыкания. Ограничение тока короткого замыкания. | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема практического занятия: Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции. Порядок расчета тока трехфазного короткого замыкания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 1. Общие сведения о коммутационной аппаратуре. Электрические контакты. Электрическая дуга и принципы ее гашения. Классификация высоковольтных выключателей. Масляные выключатели. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые выключатели. Воздушные выключатели. Быстродействующие выключатели постоянного тока. Разъединители. Отделители, короткозамыкатели. Предохранители. Разрядники, ограничители перенапряжений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                    |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 2. Устройства специального назначения, используемые в электроустановках.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 3. Источники питания собственных нужд и вторичных цепей электроустановок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 4. Перспективные виды оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема практического занятия: Принципы выбора и проверки электрических аппаратов, токоведущих частей, изоляторов подстанций. Расчет параметров и выбор источников питания собственных нужд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Темы лабораторных занятий: 1.Ограничители перенапряжений. 2.Высоковольтный вакуумный выключатель ВБН-27,5. 3.Быстродействующий автоматический выключатель ВАБ-43. 4.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМУЭ-27,5. 5.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВ/TEL- 10. 6.Высоковольтный вакуумный выключатель ВВТЭ-10. 7.Многообъемный масляный выключатель МКП-110. 8. Измерительные трансформаторы напряжения. 9.Элегазовый выключатель ВГТЗ-110. 10.Высоковольтный маломасляный выключатель ВМТ- 110. 11. Переключающее устройство РС-4. Защита лабораторных работ. | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 1. Общие сведения о заземляющих устройствах. Заземляющие устройства тяговых подстанций переменного тока. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного тока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 2. Общие требования к компоновке подстанций. Открытые РУ-110 (220), 35 кВ. Комплектные РУ-10 кВ наружной и внутренней установки. Распределительные устройства тягового напряжения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 3. Расчет стоимости подстанции. Расчет стоимости строительных и монтажных работ. Определение эксплуатационных расходов. Расчет себестоимости электроэнергии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Знание                                   | 2 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ |

|                  |                                                                                                                                                                                                        |                                          |                      |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
|                  |                                                                                                                                                                                                        | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ   |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема практического занятия: Расчет параметров заземляющего устройства электроустановки. Расчет технико-экономических параметров электроустановки. Разработка конструктивных чертежей электроустановок. | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ   |
|                  |                                                                                                                                                                                                        | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ   |
|                  |                                                                                                                                                                                                        | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ   |
| ПК-4.1<br>ПК-4.2 | Тема 1. Проектирование тяговой подстанции.                                                                                                                                                             | Знание                                   | 1 – ОТЗ<br>2 – ЗТЗ   |
|                  |                                                                                                                                                                                                        | Умение                                   | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ   |
|                  |                                                                                                                                                                                                        | Навык и (или) опыт деятельности/действие | 1 – ОТЗ<br>1 – ЗТЗ   |
|                  |                                                                                                                                                                                                        | Итого                                    | 80 – ОТЗ<br>82 – ЗТЗ |

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде 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 – ОТЗ

1. Дополните определение структурной схемы подстанции?:

Ответ: Структурная схема подстанции - это чертеж, на котором крупными блоками показаны распределительные устройства и силовое оборудование, а также.....;

(верный ответ - все виды потребителей распределительных устройств)

2. Дополните наименование схемы РУ-110(220) кВ опорной тяговой подстанции?:

Ответ: Одна рабочая,....., система сборных шин и одна обходная система шин

(верный ответ - секционированная выключателем)

3. Укажите верное количество вводов подстанции:

Ответ: Транзитная тяговая подстанция имеет .....ввода ЛЭП?:

(верный ответ - 2)

4. Вставьте пропущенные термины в определение назначения дугового высоковольтного выключателя переменного тока?:

Ответ: Для включения и отключения электрической цепи .....в нормальном и аварийных режимах;

(верный ответ - под нагрузкой)

5. Впишите верное наименование материала:

Ответ: Наиболее высокими нелинейными свойствами обладает такой материал, применяемый в устройствах для защиты изоляции силового оборудования, аппаратуры и токоведущих частей подстанции от перенапряжений, как.....

(верный ответ - оксид цинка)

6. Укажите верно вид короткого замыкания:

Ответ: Для проверки токоведущих частей и аппаратов в РУ-10 кВ на термическую стойкость необходимо рассчитать периодическую составляющую тока .....короткого замыкания.;

(верный ответ - трехфазного)

7. Вставьте наименование конфигурации заземляющего устройства тяговой подстанции:

Ответ: На тяговой подстанции заземляющее устройство необходимо выполнить в виде ..... сетки;

(верный ответ - равнопотенциальной)

8. Дополните ответ на вопрос: Что необходимо сделать в целях безопасности персонала в случае отсоединения нагрузки у трансформатора тока?:

Ответ: Предварительно .....выводы вторичной обмотки

(верный ответ - закоротить)

9. Впишите правильный ответ на вопрос:

Ответ: Для жестких токоведущих частей не требуется выполнять такой вид проверки, как на.....?:

(верный ответ - отсутствие коронирования)

#### Образец типового варианта итогового теста – ЗТЗ

1. Выберите наиболее полный ответ на вопрос: “Каково назначение тяговых подстанций?”:

- А) Для распределения электроэнергии по потребителям;
- Б) Для преобразования электроэнергии по уровню напряжения, возможно по роду тока или частоте, а также распределения электроэнергии по потребителям;
- В) Для преобразования электроэнергии по уровню напряжения и распределения электроэнергии по потребителям;
- Г) Для преобразования частоты тока.

(верный ответ - Б)

2. Какова схема РУ-10(6) кВ тяговой подстанции?:

- А) Одна рабочая, секционированная выключателем, система сборных шин и одна обходная шина;
- Б) Одна рабочая система сборных шин, состоящая из шины “+” и шины “-” и одна запасная шина “+”. При этом шины “+”-рабочая и запасная шина секционированы разъединителями;
- В) Одна рабочая, секционированная выключателем, система сборных шин;
- Г) Две рабочие системы сборных шин

(верный ответ - В)

3. Что такое ударный ток короткого замыкания?:

- А) Максимальное значение тока короткого замыкания;
- Б) Значение тока в момент возникновения короткого замыкания;
- В) Изменяющаяся по экспоненциальному закону составляющая тока к.з.;
- Г) Изменяющаяся по синусоидальному закону составляющая тока к.з.

(верный ответ - А)

4. Для чего предназначен разъединитель?:

- А) Для включения и отключения электрической цепи под нагрузкой в нормальном и аварийных режимах;
- Б) Для включения и быстрого отключения электрической цепи без нагрузки;
- В) Для включения и отключения электрической цепи без нагрузки и создания видимого разрыва цепи с целью обеспечения безопасности персонала;

Г) Для создания искусственного короткого замыкания  
(верный ответ - В)

5. Найдите правильную последовательность физики работы силового трансформатора:

А) На выводы обмотки ВН подается напряжение  $U_{ВН}$ , которое вызывает ток в данной обмотке  $I_{ВН}$ . Ток  $I_{ВН}$  создает МДС<sub>ВН</sub>, под действием которой в магнитопроводе создается магнитный поток  $\Phi$ . Магнитный поток  $\Phi$  индуцирует ЭДС<sub>ВН</sub> и ЭДС<sub>НН</sub> в обеих обмотках. При наличии нагрузки, подключенной к выводам обмотки НН, в последней протекает ток  $I_{НН}$ , который создает падение напряжения в обмотке НН  $\Delta U_{НН}$  и на нагрузке  $\Delta U_{нагр}$ . В результате уровень НН определяется разностью ЭДС<sub>НН</sub> и  $\Delta U_{НН}$ ;

Б) На выводы обмотки ВН подается напряжение  $U_{ВН}$ , которое вызывает МДС<sub>ВН</sub>, создающую ток в данной обмотке  $I_{ВН}$ . Ток  $I_{ВН}$  создает в магнитопроводе магнитный поток  $\Phi$ . Магнитный поток  $\Phi$  индуцирует ЭДС<sub>ВН</sub> и ЭДС<sub>НН</sub> в обеих обмотках. При наличии нагрузки, подключенной к выводам обмотки НН, в последней протекает ток  $I_{НН}$ , который создает падение напряжения в обмотке НН  $\Delta U_{НН}$  и на нагрузке  $\Delta U_{нагр}$ . В результате уровень НН определяется разностью ЭДС<sub>НН</sub> и  $\Delta U_{НН}$ ;

В) На выводы обмотки ВН подается напряжение  $U_{ВН}$ , которое вызывает ток в данной обмотке  $I_{ВН}$ . Ток  $I_{ВН}$  создает МДС<sub>ВН</sub>, под действием которой в магнитопроводе создается магнитный поток  $\Phi$ . Магнитный поток  $\Phi$  вызывает ток  $I_{НН}$ , который создает падение напряжения в обмотке НН  $\Delta U_{НН}$  и на нагрузке  $\Delta U_{нагр}$ . В результате уровень НН определяется разностью ЭДС<sub>НН</sub> и  $\Delta U_{НН}$ ;

Г) На выводы обмотки ВН подается напряжение  $U_{ВН}$ , которое вызывает магнитный поток  $\Phi$  в магнитопроводе. Магнитный поток  $\Phi$  вызывает ток  $I_{НН}$ , который создает падение напряжения в обмотке НН  $\Delta U_{НН}$  и на нагрузке  $\Delta U_{нагр}$ . В результате уровень НН определяется разностью ЭДС<sub>НН</sub> и  $\Delta U_{НН}$ ;

(верный ответ - А)

6. Какой вид проверки является обязательным для встроенных трансформаторов тока?:

- А) На термическую стойкость;
- Б) На электродинамическую стойкость;
- В) На соответствие классу точности;
- Г) На отключающую способность

(верный ответ - В)

7. Какой вид короткого замыкания в трехфазной электрической цепи является расчетным для проверки токоведущих частей и аппаратуры?:

- А) Трехфазное;
- Б) Однофазное;
- В) Двухфазное;
- Г) Двухфазное на землю

(верный ответ - А)

8. От какого основного источника питания собственных нужд подстанции необходимо запитать такие потребители как аварийное освещение, устройства управления, защиты и сигнализации, приводы постоянного тока высоковольтных выключателей:

- А) Аккумуляторная батарея;
- Б) Трансформатор собственных нужд;
- В) Дизель-генератор;
- Г) Выпрямительное устройство

(верный ответ - А)

9. Что требуется рассчитать для проверки токоведущих частей и аппаратов на электродинамическую стойкость?:

- А) Полный ток к.з.;

- Б) Периодическую составляющую тока к.з.;
  - В) Аперiodическую составляющую тока к.з.;
  - Г) Ударный ток
- (верный ответ - Г)

### 3.5 Типовое задание для выполнения курсового проекта

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсового проекта

Образец типового задания для выполнения курсового проекта

Объем курсового проекта должен соответствовать следующему содержанию:

1. Однолинейная схема главных электрических соединений.
  - 1.1. Структурная схема подстанции.
  - 1.2. Выбор типа силового трансформатора.
  - 1.3. Выбор типа трансформатора районной нагрузки.
  - 1.4. Выбор типа преобразовательного агрегата.
  - 1.5. Разработка однолинейной схемы тяговой подстанции.
  - 1.6. Описание назначения основных элементов схемы тяговой подстанции.
2. Выбор аппаратуры и токоведущих частей подстанции.
  - 2.1. Расчет максимальных рабочих токов основных присоединений подстанции.
  - 2.2. Выбор сборных шин и токоведущих элементов. Выбор изоляторов.
  - 2.3. Выбор коммутационной аппаратуры.
    - 2.3.1. Выключатели.
    - 2.3.2. Разъединители.
    - 2.3.3. Отделители.
    - 2.3.4. Короткозамыкатели.
    - 2.3.5. Предохранители.
  - 2.4. Выбор измерительных трансформаторов.
    - 2.4.1. Выбор объема измерений.
    - 2.4.2. Разработка схем измерений.
    - 2.4.3. Выбор трансформаторов тока.
    - 2.4.4. Выбор трансформаторов напряжения.
  - 2.5. Выбор устройств защиты от перенапряжений.
3. Расчет токов короткого замыкания.
  - 3.1. Расчетная схема тяговой подстанции.
  - 3.2. Электрическая схема замещения.
  - 3.3. Расчет сопротивлений элементов схемы замещения.
  - 3.4. Расчет токов короткого замыкания на шинах РУ.
4. Проверка токоведущих частей, изоляторов и аппаратуры по результатам расчета токов короткого замыкания.
  - 4.1. Расчет величины теплового импульса для всех РУ.
  - 4.2. Проверка токоведущих элементов.
  - 4.3. Проверка изоляторов.
  - 4.4. Проверка коммутационной аппаратуры.
    - 4.4.1. Выключатели.
    - 4.4.2. Разъединители.
    - 4.4.3. Отделители.
    - 4.4.4. Короткозамыкатели.
    - 4.4.5. Предохранители.
  - 4.5. Проверка измерительных трансформаторов.
    - 4.5.1. Проверка трансформаторов тока.

- 4.5.2. Проверка трансформаторов напряжения.
- 5. Расчет параметров и выбор источников питания собственных нужд.
  - 5.1. Выбор аккумуляторной батареи и зарядно-подзарядного агрегата.
  - 5.2. Выбор трансформатора собственных нужд.
  - 5.3. Схемы питания потребителей собственных нужд.
  - 5.4. Расчет токов короткого замыкания в цепях собственных нужд.
- 6. План тяговой подстанции.
  - 6.1. Разработка плана тяговой подстанции.
  - 6.2. Расчет площади открытой части тяговой подстанции.
- 7. Расчет заземляющего устройства.
- 8. Экономическая часть проекта.
  - 8.1. Определение стоимости тяговой подстанции.
  - 8.2. Определение себестоимости перерабатываемой электроэнергии.
  - 8.3. Основные технико-экономические показатели тяговой подстанции.
- 9. Индивидуальное задание.

Объем графической части проекта:

- 1. Однолинейная схема тяговой подстанции.
- 2. План тяговой подстанции.
- 3. Разрезы тяговой подстанции.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых проектов

- 1. Пояснить состав и назначение распредустройств подстанции.
- 2. Пояснить схемы распредустройств.
- 3. Как и почему выбраны конкретные марки оборудования, аппаратуры, токоведущих частей?
- 4. Каков порядок расчета тока короткого замыкания в РУ выше 1000 В и до 1000 В?
- 5. Выполнить переключения по заданию преподавателя в схеме конкретного РУ.
- 6. Пояснить выбор конкретного типа конструктивного исполнения РУ.
- 7. Какова конфигурация заземляющего устройства тяговой подстанции?
- 8. Как определена себестоимость электроэнергии, перерабатываемой подстанцией?

### **3.6 Перечень теоретических вопросов к зачету** (для оценки знаний)

- 1. Назначение и классификация тяговых и трансформаторных подстанций.
- 2. Графики нагрузок потребителей электроэнергии.
- 3. Структурные схемы тяговых и трансформаторных подстанций.
- 4. Назначение, конструкция и принцип действия различных типов силового оборудования.
- 5. Назначение, конструкция и принцип действия различных типов коммутационных аппаратов.
- 6. Назначение, конструкция и принцип действия различных типов измерительных аппаратов.
- 7. Назначение, конструкция и принцип действия различных типов защитных аппаратов.
- 8. Наименование схемы и основные присоединения РУ-110(220) кВ опорных тяговых подстанций.
- 9. Наименование схемы и основные присоединения РУ-110(220) кВ транзитных тяговых подстанций.
- 10. Наименование схемы и основные присоединения РУ-110(220) кВ отпаечных и тупиковых тяговых подстанций.
- 11. Особенности схем РУ-110(220) кВ тяговых подстанций СЭС 2х25 кВ.
- 12. Наименование схемы и основные присоединения РУ-6(10;35) кВ районных потребителей.
- 13. Наименование схемы и основные присоединения РУ-3.3 кВ.

14. Наименование схемы и основные присоединения РУ-27,5 кВ.
15. Наименование схемы и основные присоединения РУ-2х27,5 кВ.

### **3.7 Перечень типовых простых практических заданий к зачету** (для оценки умений)

1. Какие коммутационные аппараты необходимо установить на вводе высокого напряжения силового трансформатора на опорной тяговой подстанции?
2. Сколько и почему силовых трансформаторов должно быть установлено на тяговой подстанции 1х27,5 кВ?
3. В течение какого времени должен быть снят график нагрузок для выявления пиковой нагрузки энергосистемы?
4. Сколько-трансформаторную подстанцию необходимо спроектировать для питания потребителей 1-й категории?
5. Допускается ли отключение на определенное время потребителей 3-й категории в случае повреждения одного из силовых трансформаторов двухтрансформаторной подстанции?
6. Какие аппараты должны быть установлены на всех вводах силового трансформатора для защиты от перенапряжений?
7. Что должно быть предусмотрено для вывода в ремонт выключателя ввода подстанции в РУ-110(220) кВ на опорной тяговой подстанции?
8. Что необходимо предусмотреть для резервирования фидера контактной сети в РУ-27,5 кВ?
9. Что необходимо предусмотреть для резервирования фидера контактной сети в РУ-2х27,5 кВ?
10. Что необходимо предусмотреть для резервирования фидера контактной сети в РУ-3,3 кВ?
11. По какому варианту схемы необходимо организовать РУ-110(220) кВ опорной тяговой подстанции при количестве вводов более 5?
12. Какой вид блокировки необходимо использовать для организации правильной последовательности переключений коммутационных аппаратов?
13. Какой вид блокировки необходимо использовать для предотвращения прикосновения персонала к аппаратам, находящимся под напряжением?
14. Какой вид блокировки необходимо использовать для предотвращения замыкания на землю при переключениях разъединителей?
15. В какую схему должна быть собрана одна из вторичных обмоток трансформатора напряжения для контроля состояния изоляции сети?

### **3.8 Перечень типовых практических заданий к зачету** (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Какие правила безопасности необходимо выполнить при работе с трансформаторами тока на случай пробоя изоляции между первичной и вторичными обмотками?
2. Какие правила безопасности необходимо выполнить при работе с трансформаторами тока в случае необходимости отключения нагрузки?
3. Какие приборы и где именно необходимо установить для снятия графика нагрузки трансформаторной подстанции?
4. Какие приборы и где именно необходимо установить для снятия графика тяговой нагрузки на тяговой подстанции 1х27,5 кВ?
5. Какие приборы и где именно необходимо установить для снятия графика тяговой нагрузки на тяговой подстанции 2х27,5 кВ?
6. Какие приборы и где именно необходимо установить для снятия графика тяговой нагрузки на тяговой подстанции 3,3 кВ?

7. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт выключателя ввода высокого напряжения силового трансформатора в РУ-110(220) кВ опорной тяговой подстанции?

8. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт выключателя фидера контактной сети на тяговой подстанции 1х27,5 кВ?

9. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт выключателя фидера контактной сети на тяговой подстанции 2х27,5 кВ?

10. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт выключателя фидера контактной сети на тяговой подстанции 3,3 кВ?

11. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт силового трансформатора тяговой подстанции 1х27,5 кВ?

12. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт силового тягового трансформатора тяговой подстанции 2х27,5 кВ?

13. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт силового районного трансформатора тяговой подстанции 2х27,5 кВ?

14. В какой последовательности должны быть выполнены переключения при выводе в ремонт преобразовательного трансформатора тяговой подстанции 3,3 кВ?

15. В какую схему необходимо собрать одну из вторичных обмоток трансформатора напряжения для подключения реле минимального напряжения?

### **3.9 Перечень теоретических вопросов к экзамену** (для оценки знаний)

1. Структурные схемы трансформаторных подстанций.
2. Структурные схемы тяговых подстанций.
3. Классификация основных устройств подстанций.
4. Назначение различных типов оборудования и аппаратуры подстанций.
5. Схемы РУ-110(220) кВ тяговых подстанций.
6. Схемы РУ для питания районных потребителей.
7. Схемы тяговых распределителей.
8. Виды режимов работы нейтралей.
9. Режим глухозаземленной нейтрали.
10. Режим изолированной нейтрали.
11. Режим компенсированной нейтрали.
12. Режим эффективно-заземленной нейтрали.
13. Система заземления TN-C.
14. Система заземления TN-S.
15. Система заземления TN-C-S.
16. Система заземления TT.
17. Система заземления IT.
18. Виды замыканий в электрических сетях.
19. Расчет тока короткого замыкания в установившемся режиме.
20. Переходный режим при удаленных и неудаленных коротких замыканиях.
21. Система относительных единиц. Относительные сопротивления основных элементов электрических сетей.
22. Порядок расчета токов короткого замыкания в сетях с напряжением выше 1000 В.
23. Приближенный метод расчета тока трехфазного короткого замыкания.
24. Метод типовых кривых.
25. Особенности расчета токов короткого замыкания в тяговых РУ.
26. Расчет токов короткого замыкания в цепях собственных нужд.
27. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.
28. Способы ограничения токов короткого замыкания.
29. Силовые и преобразовательные трансформаторы. Их характеристики.
30. Полупроводниковые преобразователи тяговых подстанций постоянного тока.
31. Электрическая дуга и принципы ее гашения.

- 32.Высоковольтные выключатели переменного тока. Масляные выключатели.
- 33.Элегазовые выключатели.
- 34.Вакуумные выключатели.
- 35.Воздушные и электромагнитные выключатели.
- 36.Быстродействующие выключатели постоянного тока.
- 37.Бездуговые выключатели переменного тока.
- 38.Бездуговые выключатели постоянного тока.
- 39.Разъединители, отделители, короткозамыкатели.
- 40.Изоляторы, шины, кабели.
- 41.Разрядники, ограничители перенапряжений.
- 42.Измерительные трансформаторы тока.
- 43.Измерительные трансформаторы напряжения.
- 44.Источники электрической энергии собственных нужд.
- 45.Специальные устройства тяговых подстанций.
- 46.Схемы управления коммутационными аппаратами. Блокировки.
47. Новые виды аппаратуры для тяговых и трансформаторных подстанций.
- 48.Общие сведения о заземляющих устройствах. Конструкция заземляющих устройств.
- 49.Заземляющие устройства тяговых подстанций переменного тока.
- 50.Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного тока.
- 51.Конструкция РУ-110(220) кВ подстанций.
- 52.Конструкция РУ-35(10;6) кВ подстанций.
- 53.Конструкция тяговых распределительных устройств: РУ-27,5 кВ; РУ-2х27,5 кВ и РУ-3,3 кВ.

### **3.10 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену (для оценки умений)**

1. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 35/10 кВ.
2. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 35/6 кВ.
3. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 10/6 кВ.
4. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.
5. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ.
6. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 27,5/10 кВ.
7. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 27,5/6 кВ.
8. Составить структурную схему трансформаторной подстанции 27,5/0,4 кВ.
9. Составить структурную схему тяговой подстанции 220/27,5/10 кВ.
10. Составить структурную схему тяговой подстанции 110/27,5/6 кВ.
11. Составить структурную схему тяговой подстанции 220/35/27,5 кВ.
12. Составить структурную схему тяговой подстанции 110/35/27,5 кВ.
13. Составить структурную схему тяговой подстанции 220/2х27,5/10 кВ.
14. Составить структурную схему тяговой подстанции 110/35/2х27,5 кВ.
15. Составить структурную схему тяговой подстанции постоянного тока с двухступенчатой трансформацией.
16. Составить структурную схему тяговой подстанции постоянного тока с одноступенчатой трансформацией.
17. Начертить электрическую схему ввода 27,5 кВ тягового трансформатора.
18. Начертить электрическую схему ввода 2х27,5 кВ тягового трансформатора.
19. Начертить электрическую схему ввода 3,3 кВ преобразовательного агрегата.
20. Начертить электрическую схему ФКС 27,5 кВ.
21. Начертить электрическую схему ФКС 2х27,5 кВ.
22. Начертить электрическую схему ФКС 3,3 кВ.
23. Начертить электрическую схему ввода опорной тяговой подстанции.
24. Начертить электрическую схему ввода транзитной тяговой подстанции.
25. Начертить электрическую схему ввода ВН силового трансформатора опорной тяговой

подстанции.

### 3.11 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Выполнить выбор марки и количества силовых трансформаторов для тяговой подстанции переменного тока 1х27,5 кВ при следующих исходных данных:  $S_{расч}=21$  МВА; напряжение питающей ЛЭП 110 кВ; напряжение для питания районных потребителей 35 кВ.
2. Выполнить выбор марки и количества силовых трансформаторов для тяговой подстанции переменного тока 1х27,5 кВ при следующих исходных данных:  $S_{расч}=19$  МВА; напряжение питающей ЛЭП 220 кВ; напряжение для питания районных потребителей 10 кВ.
3. Выполнить выбор марки и количества силовых трансформаторов для тяговой подстанции переменного тока 2х27,5 кВ при следующих исходных данных:  $S_{расч}=15$  МВА; напряжение питающей ЛЭП 220 кВ; напряжение для питания районных потребителей 10 кВ.
4. Выполнить выбор марки и количества силовых трансформаторов для тяговой подстанции переменного тока 2х27,5 кВ при следующих исходных данных:  $S_{расч}=22$  МВА; напряжение питающей ЛЭП 110 кВ; напряжение для питания районных потребителей 35 кВ.
5. Выполнить выбор марки и количества понижающих трансформаторов для тяговой подстанции постоянного тока при следующих исходных данных:  $S_{расч}=14$  МВА; напряжение питающей ЛЭП 110 кВ; напряжение для питания районных потребителей 10 кВ.
6. Выполнить выбор марки и количества понижающих трансформаторов для тяговой подстанции постоянного тока при следующих исходных данных:  $S_{расч}=12$  МВА; напряжение питающей ЛЭП 110 кВ; напряжение для питания районных потребителей 35 кВ.
7. Выполнить выбор марки и количества преобразовательных трансформаторов и выпрямительной установки для тяговой подстанции постоянного тока при следующих исходных данных:  $S_{расч}=10$  МВА; напряжение РУ, питающего ПА, 10 кВ;  $I_{драсч}=3500$  А.
8. Выполнить выбор марки и количества преобразовательных трансформаторов и выпрямительной установки для тяговой подстанции постоянного тока при следующих исходных данных:  $S_{расч}=8$  МВА; напряжение РУ, питающего ПА, 35 кВ;  $I_{драсч}=3200$  А.
9. Выбрать высоковольтный выключатель для ввода опорной тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $U_{ном РУ}=220$  кВ;  $I_{раб max}=1100$  А.
10. Выбрать высоковольтный выключатель для ввода ВН силового трансформатора транзитной тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $U_{ном РУ}=110$  кВ;  $I_{раб max}=800$  А.
11. Выбрать высоковольтный выключатель для ввода ВН силового трансформатора отпаечной тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $U_{ном РУ}=110$  кВ;  $I_{раб max}=620$  А.
12. Выбрать секционный высоковольтный выключатель для сборных шин РУ-35 кВ при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=740$  А.
13. Выбрать секционный высоковольтный выключатель для сборных шин РУ-10 кВ при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=2400$  А.
14. Выбрать разъединитель для ввода отпаечной тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $U_{ном РУ}=110$  кВ;  $I_{раб max}=620$  А.
15. Выбрать разъединители для ввода опорной тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $U_{ном РУ}=220$  кВ;  $I_{раб max}=1220$  А.
16. Выбрать разъединители для ввода 27,5 кВ силового трансформатора тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=1180$  А.
17. Выбрать разъединители для ввода 2х27,5 кВ тягового трансформатора тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=680$  А.
18. Выбрать разъединители для ФКС 27,5 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=880$  А.
19. Выбрать разъединители для ФКС 2х27,5 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=460$  А.
20. Выбрать разъединители для ФКС 3,3 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб max}=1070$  А.

21. Выбрать марку и количество трансформаторов напряжения для РУ-110 кВ опорной тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $S_{расч}=120$  ВА.
22. Выбрать марку и количество трансформаторов напряжения для РУ-35 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $S_{расч}=84$  ВА.
23. Выбрать марку и количество трансформаторов напряжения для РУ-27,5 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $S_{расч}=110$  ВА.
24. Выбрать марку и указать количество вторичных обмоток трансформаторов тока ФКС для РУ-27,5 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб\ max}=960$  А.
25. Выбрать марку и указать количество вторичных обмоток трансформаторов тока ФКС для РУ-2х27,5 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных:  $I_{раб\ max}=420$  А.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

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

| Наименование оценочного средства | Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Собеседование                    | Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования                                                                                                                                                                                        |
| Разноуровневая задача (задание)  | Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Лабораторная работа              | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия |
| Курсовой проект                  | Ход выполнения разделов курсового проекта в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия.<br>В ходе защиты курсового проекта обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовой проект после завершения защиты, учитывая уровень его защиты                     |

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются 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.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### 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. 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         | Шкала оценивания |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 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 проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

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

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы 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 (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) 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 (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

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 четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                       |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>ИрГУПС<br/>2023-2024<br/>учебный год</p>                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Экзаменационный билет № 1<br/>по дисциплине «<u>Тяговые и трансформаторные<br/>подстанции</u>»</p> | <p>Утверждаю:<br/>Заведующий кафедрой<br/>«ЭТ» ИрГУПС<br/><u>Тихомиров В.А.</u></p> |
| <p>1. Режим глухозаземленной нейтрали.<br/>2. Быстродействующие выключатели постоянного тока.<br/>3. Начертить электрическую схему ввода 2х27,5 кВ тягового трансформатора.<br/>4. Выбрать марку и указать количество вторичных обмоток трансформаторов тока ФКС для РУ-27,5 кВ тяговой подстанции при следующих исходных данных: <math>I_{\text{раб max}}=960 \text{ А}</math>.</p> |                                                                                                       |                                                                                     |