

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**Красноярский институт железнодорожного транспорта**

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

(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «02» июня 2023 г. № 426-1

**Б1.В.ДВ.06.02 Высоковольтные испытания электрооборудования**  
рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

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

Кафедра-разработчик программы – Системы обеспечения движения поездов

Общая трудоемкость в з.е. – 2

Часов по учебному плану – 72

В том числе в форме практической  
подготовки (ПП) – 4/4

(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения:

зачет –9,

заочная форма обучения:

зачет –5, контрольная работа –5

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр  | 9           | Итого       |
|--|-------------|-------------|
| Число недель в семестре                                      | 17          |             |
| Вид занятий  | Часов по УП | Часов по УП |
| <b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b> | <b>34/4</b> | <b>34/4</b> |
| – лекции   | 17          | 17          |
| - лабораторные работы  | 17/4        | 17/4        |
| – практические (семинарские)                                 | -           | -           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                | <b>38</b>   | <b>38</b>   |
| Зачет  | -           | -           |
| Экзамен  | -           | -           |
| <b>Итого</b>   | <b>72</b>   | <b>72</b>   |

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по курсам**

| Курс   | 5           | 5           | Итого       |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Вид занятий  | Часов по УП | Часов по УП | Часов по УП |
| <b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b> | <b>8/4</b>  | -           | <b>8/4</b>  |
| – лекции   | 4           | -           | 4           |
| - лабораторные работы  | 4/4         | -           | 4/4         |
| – практические (семинарские)                                 | -           | -           | -           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                | <b>60</b>   | -           | <b>60</b>   |
| Зачет  | -           | 4           | 4           |
| Экзамен  | -           | -           | -           |
| <b>Итого</b>   | <b>68</b>   | <b>4</b>    | <b>72</b>   |

УП – учебный план.

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

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

Подпись соответствует файлу документа



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

Программу составил:  
канд. техн. наук, доцент,

О.В. Колмаков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Системы обеспечения движения поездов», протокол от 21.04.2023 г. № 11.

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

О.В. Колмаков

| <b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>  |   |
|--|---|
| <b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>  |   |
| 1  | знакомство с методами испытаний изоляции  |
| 2  | овладение испытательной и измерительной аппаратурой высокого напряжения.  |
| <b>1.2 Задачи дисциплины</b>   |   |
| 1  | обучение умению применять методы испытаний изоляции при защите изоляционных конструкций от перенапряжений           |
| 2  | развитие общего представления о современном состоянии испытательной и измерительной аппаратуры высокого напряжения. |
| <b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>  |   |
| <b>Профессионально-трудовое воспитание обучающихся</b>   |   |
| <p>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.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <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>  |  |  |
|---|--|--|
| <b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>   |  |  |
| необходимыми условиями для освоения дисциплины «Общая энергетика» являются знания по дисциплинам:   |  |  |
| 1   | Б1.О.29  | Теоретические основы электротехники  |
| 2   | Б1.О.32  | Электротехническое материаловедение  |
| 3   | Б1.О.33  | Основы технической диагностики   |
| <b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>  |  |  |
| 1   | Б1.О.46  | Тяговые и трансформаторные подстанции  |
| 2   | Б1.О.48  | Контактные сети и линии электропередач   |
| 3   | Б1.О.51  | Электроснабжение железных дорог  |
| <b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>  |  |  |
| <b>Код и наименование компетенции</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>  | <b>Планируемые результаты обучения</b>   |
| ПК-4. Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных | ПК-4.3. Применяет в профессиональной деятельности методы диагностирования параметров оборудования и проведения специальных измерений, порядок и правила технической эксплуатации устройств, а также работает со специализированным программным обеспечением при организации технической эксплуатации устройств и систем тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи | Знать: способы ограничения амплитуды перенапряжений и защитные устройства; методы профилактических испытаний изоляции установок высокого напряжения  |
|   |  | Уметь: проводить профилактические испытания изоляции электротяговых устройств; оценивать качественно и количественно воздействие перенапряжений на оборудование устройств электрической тяги |



|     |   |   |    |  |      |    |   |     |  |     |    |        |
|-----|---|---|----|--|------|----|---|-----|--|-----|----|--------|
|     | <b>масле трансформатора газов.</b>  |   |    |  |      |    |   |     |  |     |    |        |
| 4.1 | Метод измерений тока сквозной проводимости или сопротивления изоляции. Метод измерения ёмкости. Метод измерения распределения напряжения.   | 9 | 2  |  | 4/2  | 6  | 5 |     |  | 2/2 | 10 | ПК-4.3 |
| 5.0 | <b>Раздел 5. Испытание изоляции повышенным напряжением. Виды испытательных напряжений. Нормы на испытательные напряжения.</b>   | 9 |    |  |      |    | 5 |     |  |     |    | ПК-4.3 |
| 5.1 | Повышенное напряжение промышленной частоты. Выпрямленное постоянное напряжение. Импульсное и испытательное напряжения.  | 9 | 3  |  | 2    | 8  | 5 | 1   |  |     | 5  | ПК-4.3 |
|     | <b>Раздел 6. Испытательные установки высокого напряжения. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений.</b>   | 9 |    |  |      |    | 5 |     |  |     |    | ПК-4.3 |
|     | Испытательный трансформатор. Генераторы коммутационных импульсов. Генераторы импульсных напряжений.   | 9 | 2  |  | 3    | 5  | 5 | 0,5 |  |     | 10 | ПК-4.3 |
|     | <b>Раздел 7. Основные виды профилактических испытаний изоляции электроподвижного состава, тяговых подстанций, контактной сети. Меры безопасности при испытаниях изоляции.</b>   |   |    |  |      |    |   |     |  |     |    |        |
|     | Контроль сопротивления, емкости и индуктивности элементов цепей. Контроль импульсов на управляемых переходах тиристоров. Сопротивление изоляции электрической цепи дизельной секции. Сопротивление изоляции моторных думпкаров тяговых агрегатов. | 9 | 2  |  | 2    | 6  | 5 | 1   |  |     |    | ПК-4.3 |
|     | Контрольная работа  | 9 |    |  |      |    | 5 |     |  |     | 10 | ПК-4.3 |
|     | Итого (без часов на   | 9 | 17 |  | 17/4 | 38 | 5 | 4   |  | 4/4 | 60 | ПК-4.3 |

|  |                           |   |  |  |  |   |  |  |  |  |        |
|--|---------------------------|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--------|
|  | промежуточную аттестацию) |   |  |  |  |   |  |  |  |  |        |
|  | <b>Зачет</b>              | 9 |  |  |  | 5 |  |  |  |  | ПК-4.3 |

Лабораторные работы «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь жидких диэлектриков» и «Исследование распределения напряжения вдоль гирлянды изоляторов и ее схемы замещения» имеют практическую направленность

|   |
|---|
| <b>5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>  |
| 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 |

|  |  |   |                           |  |
|--|--|---|---------------------------|--|
| <b>6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                         |  |   |                           |  |
| <b>6.1 Учебная литература</b>  |  |   |                           |  |
| <b>6.1.1 Основная литература</b>   |  |   |                           |  |
|  | Авторы, составители  | Заглавие  | Издательство, год издания | Кол-во экз. в библиотеке/ 100% on-line |
| 6.1.1.1  | В. В. Егоров ; ред. И. А. Хечумян  | Техника высоких напряжений. Перенапряжения в устройствах электрической тяги. Профилактические испытания изоляции : учеб. для ВУЗов ж-д трансп.. - Текст : непосредственный  | М. : Маршрут, 2004        | 78                                     |
| 6.1.1.2  | В. П. Закарюкин, А. В. Крюков  | Техника высоких напряжений : конспект лекций для студентов специальности "Электроснабжение железнодорожного транспорта". - [Электронный ресурс]- URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21CO M=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullweb r&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E31%2F%DO %97%2D18%2D814507%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S2 1SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21R EF=3&amp;S21CNR=20">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21CO M=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullweb r&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E31%2F%DO %97%2D18%2D814507%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S2 1SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21R EF=3&amp;S21CNR=20</a> | Иркутск :ИрГУПС, 2011     | 100 % online                           |
| <b>6.1.2 Дополнительная литература</b>   |  |   |                           |  |
|  | Авторы, составители  | Заглавие  | Издательство, год издания | Кол-во экз. в библиотеке/ 100% on-line |
| 6.1.2.1  | В. В. Егоров ; ред. И. А. Хечумян  | Техника высоких напряжений. Перенапряжения в устройствах электрической тяги. Профилактические испытания изоляции : учебник для вузов ж-д трансп.. - Текст : непосредственный  | Москва : Маршрут, 2004    | 78                                     |
| 6.1.2.2  | Ю. Н. Бочаров, С. М. Дудкин, В. В. Титков ; рецензенты : А. И. Таджибаев, Н. В. Коровкин | Техника высоких напряжений : учебное пособие. - [Электронный ресурс]- <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=363032">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=363032</a>   | Санкт-Петербург, 2013     | 100 % online                           |
| 6.1.2.3  | Л. П. Чайкина  | Техника высоких напряжений : учеб. для ССУЗов ж-д трансп.. - Текст : непосредственный   | М. : Маршрут, 2005        | 36                                     |
| <b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b> |  |   |                           |  |
|  | Авторы,  | Заглавие  | Издательство,             | Кол-во экз.                            |

|  | составители     |  | год издания/<br>Личный кабинет обучающегося | В библиотеке/ 100% on-line |
|--|-----------------|--|---|----------------------------|
| 6.1.3.1  | О. В. Колмаков, | Колмаков, О. В. Высоковольтные испытания электрооборудования: методические материалы и указания по изучению дисциплины для обучающихся направления 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов». - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E3%2F%D0%9A%2060%2D684058749%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFI X=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E3%2F%D0%9A%2060%2D684058749%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFI X=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a> | Красноярск :КРИЖТИрГУ ПС, 2021              | 100 % online               |
| <b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>  |                 |  |   |                            |
| 6.2.1  |                 | Библиотека КРИЖТИрГУПС :[сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта –филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/">http://irbis.krsk.irkups.ru/</a> . – Режим доступа: после авторизации. – Текст: электронный.  |   |                            |
| 6.2.2  |                 | Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ»: электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – . – URL: <a href="http://umczdt.ru/books/">http://umczdt.ru/books/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.  |   |                            |
| 6.2.3  |                 | Znaniium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва. 2011 – . – URL: <a href="http://znaniium.com">http://znaniium.com</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст: электронный.  |   |                            |
| 6.2.4  |                 | Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва. – URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.   |   |                            |
| 6.2.5  |                 | Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – . – URL: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст: электронный.   |   |                            |
| 6.2.6  |                 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» : электронная библиотека : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – . – URL: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.  |   |                            |
| 6.2.7  |                 | Красноярский институт железнодорожного транспорта :[электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: <a href="http://sdo.krsk.irkups.ru/">http://sdo.krsk.irkups.ru/</a> . – Текст: электронный.   |   |                            |
| 6.2.8  |                 | Национальная электронная библиотека : федеральный проект : сайт / Министерство Культуры РФ. – Москва, 2016 – . – URL: <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.  |   |                            |
| 6.2.9  |                 | Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – . – URL: <a href="http://www.rzd.ru/">http://www.rzd.ru/</a> . – Текст: электронный.   |   |                            |
| 6.2.10   |                 | Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: <a href="http://dcnti.krw.rzd">http://dcnti.krw.rzd</a> . – Режим доступа : из локальной сети вуза. – Текст: электронный.  |   |                            |
| <b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b> |                 |  |   |                            |
| <b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>                           |                 |  |   |                            |
| 6.3.1.1  |                 | Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789.<br>Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дого №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).  |   |                            |
| <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  |                 | Консультант Плюс : справочно-правовая система : база данных / Региональные информационные центры КонсультантПлюс ООО ИЦ «ИСКРА». – Москва, 1992 – . – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.  |   |                            |
| 6.3.3.2  |                 | Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте (БД АСПИЖТ) : сайт КонсультантПлюс / АО НИИАС. – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.  |   |                            |
| <b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>                            |                 |  |   |                            |
| 6.4.1  |                 | Концепция реализации комплексного научно-технического проекта "Цифровая железная дорога" [Электронный ресурс] : утв. зам. ген. дир. ОАО "РЖД" - гл. инженер С.А. Кобзев № 1285 от 05.12.2017.- <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5C">http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5C</a>   |   |                            |

|       |  |
|-------|--|
|       | <a href="#">Ful%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1</a>  |
| 6.4.2 | Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации [Электронный ресурс] : Приложение 8 к Правилам Технической Эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утв. приказом Минтранса РФ от 21.12.2010 № 286 (в ред. от 05.10.2018).- <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C469_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1">http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C469_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1</a> |
| 6.4.3 | Концепция реализации комплексного научно-технического проекта "Цифровая железная дорога" [Электронный ресурс] : утв. зам. ген. дир. ОАО "РЖД" - гл. инженер С.А. Кобзев № 1285 от 05.12.2017.- <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1">http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1</a>   |

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

|   |  |
|---|--|
| 1 | Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И;   |
| 2 | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации). |
| 3 | Учебная Лаборатория «Контактные сети и линии электропередач», г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И, корпус Л, ауд. Л 502   |
| 4 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТИрГУПС.<br>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:<br>– читальный зал библиотеки;<br>– компьютерные классы Л-203, Л-214, Л-410, Т-5,Т-46.   |
| 5 | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.   |

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося  |
| 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. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запомнились. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции 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. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. 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</p> |



|  |   |
|--|---|
|  | <p>литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>   |
| Лабораторная работа  | <p>Лабораторное занятие предполагает углубление и закрепление теоретических знаний, получение умений и практических навыков в ходе проведения экспериментов на реальном оборудовании. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступные в библиотеке и информационной среде Интернет в личном кабинете. Успех лабораторных занятий зависит от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности обучающихся к занятию. Форму организации лабораторного занятия определяет преподаватель. Она зависит от числа обучающихся, числа лабораторных работ, а также от вместимости и оснащения лабораторий. Задача на подготовку к лабораторной работе может быть поставлена либо на лекции, либо на практическом занятии. Подготовка к лабораторному занятию проводится в часы самостоятельной работы. Обработка результатов эксперимента, оформление отчета выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Лабораторная работа считается выполненной после защиты отчета.</p> <p>Лабораторные занятия в форме практической подготовки предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Практическая подготовка – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательных программ в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.</p>  |
| Самостоятельная работа   | <p>Обучение по дисциплине 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 расчетно-графических / контрольных работ. 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>Расчетно-графические, контрольные, курсовые работы должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.</p> <p>Обучающийся заочной формы обучения выполняет контрольные работы по варианту, соответствующему последней цифре учебного номера (шифра) обучающегося.</p> <p>Перед выполнением контрольной работы обучающийся должен изучить теоретический материал и разобрать решения типовых задач, которые приводятся в пособиях. Работу необходимо выполнять аккуратно, любыми чернилами, кроме красных или оформлять в электронном виде. При выполнении работы обязательно должны быть подробные вычисления и четкие пояснения к решению задач. Решение задач необходимо приводить в той же последовательности, в какой они даны в задании с соответствующим номером, условие задачи должно быть полностью переписано перед ее решением. Решение каждой задачи должно заканчиваться словом «Ответ», если задача его предусматривает.</p> |
| <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.</p> |   |

**Приложение № 1 к рабочей программе  
Б1.В.ДВ.06.02 Высоковольтные испытания  
электрооборудования**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.В.ДВ.06.02 Высоковольтные испытания  
электрооборудования**

## 1. Общие положения

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

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

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины (модуля) или прохождения практики;
- 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 ОПОП; 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.

### **1 Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.**

#### **Программа контрольно-оценочных мероприятий.**

#### **Показатели оценивания компетенций, критерии оценки**

Дисциплина «Техника высоких напряжений» участвует в формировании компетенции:

**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

| №                | Неделя | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля<br>(понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)  | Наименование оценочного средства<br>(форма проведения*)   |
|------------------|--------|--|--|---|
| <b>9 семестр</b> |        |  |  |   |
| 1                | 1      | Текущий контроль                               | <p>Раздел 1. Общие сведения о дисциплине.</p> <p>Раздел 2. Механизмы возникновения дефектов в изоляции.</p> <p>Раздел 3. Основные виды профилактических испытаний.</p> <p>Раздел 4. Неразрушающие методы испытаний изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции. Контроль диэлектрических потерь. Измерение интенсивности частичных разрядов. Хроматографический анализ растворенных в масле трансформатора газов.</p> <p>Раздел 5. Испытание изоляции повышенным напряжением. Виды испытательных напряжений. Нормы на испытательные напряжения.</p> <p>Раздел 6. Испытательные установки высокого напряжения. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений.</p> <p>Раздел 7. Основные виды профилактических испытаний изоляции электроподвижного состава, тяговых подстанций, контактной сети. Меры безопасности при испытаниях изоляции.</p> | <p>ПК-4.3</p> <p>Защита лабораторной работы(устно);<br/>В рамках ПП:<br/>Защита лабораторной работы;<br/>Тестирование (компьютерные технологии)</p> |
| 10               | 18     | Промежуточная аттестация – зачет               | <p>Раздел 1. Общие сведения о дисциплине.</p> <p>Раздел 2. Механизмы возникновения дефектов в изоляции.</p> <p>Раздел 3. Основные виды профилактических испытаний.</p> <p>Раздел 4. Неразрушающие методы испытаний изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции. Контроль диэлектрических потерь. Измерение интенсивности частичных разрядов. Хроматографический анализ растворенных в масле трансформатора газов.</p> <p>Раздел 5. Испытание изоляции повышенным напряжением. Виды испытательных напряжений. Нормы на испытательные напряжения.</p> <p>Раздел 6. Испытательные установки высокого напряжения. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений.</p> <p>Раздел 7. Основные виды профилактических испытаний изоляции электроподвижного состава, тяговых подстанций, контактной сети. Меры безопасности при испытаниях изоляции.</p> | <p>ПК-4.3</p> <p>Собеседование (устно);<br/>Тестирование (компьютерные технологии)</p>  |

### Программа контрольно-оценочных мероприятий

### заочная форма обучения

| № | Курс | Наименование контрольно-оценочного | Объект контроля<br>(понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.) | Наименование оценочного средства |
|---|------|------------------------------------|---|----------------------------------|
|---|------|------------------------------------|---|----------------------------------|

|               |  | мероприятия                      |  | (форма проведения*)   |
|---------------|--|----------------------------------|--|---|
| <b>5 курс</b> |  |                                  |  |   |
| 1             |  | Текущий контроль                 | <p>Раздел 1. Общие сведения о дисциплине.</p> <p>Раздел 2. Механизмы возникновения дефектов в изоляции.</p> <p>Раздел 3. Основные виды профилактических испытаний.</p> <p>Раздел 4. Неразрушающие методы испытаний изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции. Контроль диэлектрических потерь. Измерение интенсивности частичных разрядов. Хроматографический анализ растворенных в масле трансформатора газов.</p> <p>Раздел 5. Испытание изоляции повышенным напряжением. Виды испытательных напряжений. Нормы на испытательные напряжения.</p> <p>Раздел 6. Испытательные установки высокого напряжения. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений.</p> <p>Раздел 7. Основные виды профилактических испытаний изоляции электроподвижного состава, тяговых подстанций, контактной сети. Меры безопасности при испытаниях изоляции.</p> | <p>ПК-4.3</p> <p>Защита лабораторной работы(устно);<br/>В рамках ПП:<br/>Защита лабораторной работы;<br/>Тестирование (компьютерные технологии)</p> |
| 9             |  | Промежуточная аттестация – зачет | <p>Раздел 1. Общие сведения о дисциплине.</p> <p>Раздел 2. Механизмы возникновения дефектов в изоляции.</p> <p>Раздел 3. Основные виды профилактических испытаний.</p> <p>Раздел 4. Неразрушающие методы испытаний изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции. Контроль диэлектрических потерь. Измерение интенсивности частичных разрядов. Хроматографический анализ растворенных в масле трансформатора газов.</p> <p>Раздел 5. Испытание изоляции повышенным напряжением. Виды испытательных напряжений. Нормы на испытательные напряжения.</p> <p>Раздел 6. Испытательные установки высокого напряжения. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений.</p> <p>Раздел 7. Основные виды профилактических испытаний изоляции электроподвижного состава, тяговых подстанций, контактной сети. Меры безопасности при испытаниях изоляции.</p> | <p>ПК-4.3</p> <p>Собеседование (устно);<br/>Тестирование (компьютерные технологии)</p>  |

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

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия

достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

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

Для оценивания результатов обучения используется двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

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

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

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства   | Представление оценочного средства в ФОС                                     |
|---|----------------------------------|--|---|
| 1 | Контрольная работа (КР)          | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся  | Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов) |
| 2 | 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. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся  | Вопросы по темам/разделам дисциплины  |
| 3 | Защита лабораторной работы       | Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Темы лабораторных работ и требования к их защите                            |
| 4 | Тест                             | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся   | Фонд тестовых заданий   |
| 5 | Зачет                            | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки 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 (билетов) к зачету   |

### **Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета.**

#### **Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания   | Уровень освоения компетенций |
|------------------|---|------------------------------|
| «зачтено»        | Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил | Высокий                      |

|              |  |                             |
|--------------|--|-----------------------------|
|              | 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   |                             |
|              | Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов  | Базовый                     |
|              | Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы | Минимальный                 |
| «не зачтено» | Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов  | Компетенции не сформированы |

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

#### Контрольная работа

| Шкала оценивания      | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| «отлично»             | Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями |
| «хорошо»              | Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы                                    |
| «удовлетворительно»   | Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень   |
| «неудовлетворительно» | Обучающийся не выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений  |

#### Защита лабораторной работы

| Шкала оценивания    | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| «отлично»           | 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.  |

| Шкала оценивания      | Критерии оценивания  |
|-----------------------|--|
|                       | Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами  |
| «неудовлетворительно» | Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки |

#### Тест

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

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

#### Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачета:

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

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

#### 3.1 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Процессы ионизации в газах. Виды ионизации.
2. Коэффициент ударной ионизации.
3. Лавина электронов. Число электронов в лавине. Условие самостоятельности разряда.
4. Разряд в однородном поле. Стримерная теория разряда.
5. Разряд в однородном поле. Закон Пашена.
6. Разряд в резко неоднородном поле. Влияние полярности электродов на разрядное напряжение.
7. Влияние барьеров на разрядное напряжение в резко неоднородном поле.
8. Время разряда. Вольт-секундная характеристика разряда.
9. Особенности развития разряда в длинных воздушных промежутках. Стадия главного разряда.
10. Коронный разряд. Корона на проводах при переменном напряжении.
11. Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика в однородном поле и в неоднородном с преобладанием с преобладанием  $E_{tg}$ .
12. Разряд вдоль поверхности твердого диэлектрика в неоднородном поле с преобладанием  $E_{норм}$ .
13. Разряд вдоль увлажненной и загрязненной поверхности диэлектрика.



14. Основные виды изоляторов и их электрические характеристики.
15. Гирлянда изоляторов. Распределение напряжения вдоль гирлянды.
16. Выбор числа изоляторов в гирлянде. Выбор воздушных изоляционных промежутков на ВЛ.
17. Внутренняя изоляция и ее особенности. Регулирование поля во внутренней изоляции.
18. Частичные разряды в газовых включениях внутренней изоляции.
19. Генераторы импульсных напряжений.
20. Разрушающие методы испытания изоляции. Испытательные установки переменного и выпрямленного напряжения.
21. Неразрушающие методы испытания изоляции.
22. Возникновение объемных зарядов в облаках. Разряд молнии.
23. Параметры молнии. Воздействие токов молнии.
24. Молниеотводы. Зоны защиты молниеотводов.
25. Атмосферные перенапряжения на ВЛ. Прямой удар молнии в линию без троса.
26. Атмосферные перенапряжения на ВЛ. Прямой удар молнии в линию с тросом.
27. Распространение волн по линии. Преломление и отражение волн в узловых точках.
28. Трубочатые разрядники.
29. Вентильные разрядники.
30. Молниезащита подстанций от волн, приходящих с линий электропередач.
31. Переходные процессы в обмотках трансформатора
32. Молниезащита вращающихся машин.
33. Режимы работы нейтралей электрических сетей.
34. Гашение дуги емкостного тока с помощью дугогасящих реакторов.
35. Защита разземленной нейтрали трансформаторов 110 кВ и ненагруженных обмоток низкого напряжения.
36. Защита разземленной нейтрали трансформаторов 110 кВ и ненагруженных обмоток низкого напряжения.
37. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий. Перенапряжения при АПВ.
38. Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов (ненагруженных трансформаторов и реакторов).
39. Квазистационарные и стационарные повышения напряжения в линиях с односторонним питанием.
40. Феррорезонансные перенапряжения.
41. Основные способы ограничения коммутационных перенапряжений.

### **3.2 Типовые задания контрольной работы**

Варианты контрольной работы выложены в электронной информационно-образовательной среде КРИЖТИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы типовых вариантов контрольной работы по темам, предусмотренным рабочей программой.

1. Определить число изоляторов в поддерживающей гирлянде. Результат расчётов сравнить с рекомендуемым.
2. Провести упрощенный выбор ограничителя перенапряжений нелинейного (ОПН), устанавливаемого взамен вентильного разрядника в схеме.
3. Рассчитать молниезащиту воздушной линии (ВЛ) электропередачи на железобетонных или металлических опорах.
4. Выбрать высоту молниеотводов и построить зону защиты от прямых ударов молнии для открытого распределительного устройства (ОРУ).

### 3.3. Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 «Эксплуатационный контроль состояния электрооборудования»

Определение состояния электрооборудования с помощью тепловизионного контроля и измерений сопротивлений, ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь.

Вопросы для подготовки к защите

1. Какие основные показатели определяют при тепловизионном контроле состояния электрооборудования и контактных соединений?
2. Что такое  $R_{60}$  и  $K_{abc}$ , о каких качествах изоляции можно судить по этим параметрам?
3. Объяснить физический смысл угла диэлектрических потерь и принцип работы мостовой схемы для измерения  $tg\delta$ .

Лабораторная работа №2. «Влияние полярности электродов и барьеров на пробивное напряжение в неравномерном поле»

Исследовать влияние полярности электродов и влияние барьеров на пробивное напряжение воздушного промежутка «остриё–плоскость».

Вопросы для подготовки к защите

1. Почему разрядное напряжение для электродов «шар – шар» выше чем для электродов «остриё – плоскость»?
2. Как объяснить влияние полярности на разрядное напряжение промежутка «остриё – плоскость»?
3. Как объяснить влияние барьера на разрядное напряжение «остриё – плоскость»?
4. Почему разрядное напряжение зависит от места установки барьера?

Лабораторная работа № 3 «Электрические разряды вдоль поверхности твердого диэлектрика»

Изучить закономерности развития разряда вдоль поверхности диэлектрика и способы увеличения разрядного напряжения.

Вопросы для подготовки к защите

1. Объяснить влияние внутреннего экрана на разрядное напряжение опорного изолятора выполняемая в рамках практической подготовки.
2. Как объяснять резконеuniformное распределение напряженности вдоль поверхности проходного изолятора?
3. Какие существуют способы увеличения напряжения перекрытия проходных изоляторов?

Лабораторная работа №4 «Исследование распределения напряжения вдоль гирлянды изоляторов и ее схемы замещения», выполняемая в рамках практической подготовки (трудовая функция М/01.6 Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи, G/01.6 Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения)

Изучить распределение напряжения вдоль гирлянды подвесных изоляторов с помощью электрической схемы замещения и экспериментально.

Вопросы для подготовки к защите

1. Как влияют на распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов емкости  $C_0$ ,  $C_1$ , и  $C_2$ ?

2. Какие явления вызывает неравномерное распределения напряжения по гирлянде изоляторов?

3. Какие меры применяют для выравнивания напряжения вдоль гирлянды?

Лабораторная работа № 5 «Исследование защиты подстанций от грозовых волн, приходящих с линий электропередачи»

Исследовать конкретную схему защиты подстанций от перенапряжений, вызванных воздействием волн грозового происхождения.

Вопросы для подготовки к защите

1. Чем обуславливается различие напряжений на ОПН и защищаемом оборудовании при воздействии грозовых волн?

2. Что такое кривая опасных волн?

3. Какова роль длины опасной зоны в схеме защиты подстанций от волн, приходящих с линий? Как влияет импульсная корона на параметры грозовых волн, набегающих на подстанцию?

4. Какие мероприятия можно предложить для увеличения уровня надежности подстанций при воздействии импульсных волн?

5. Объяснить работу вентильного разрядника и нелинейного ограничителя перенапряжений.

Лабораторная работа № 6 «Исследование режимов работы нейтралей в электрических сетях»

Изучить на трехфазной модели влияние различных режимов нейтралей трансформаторов на условия работы электрической сети.

Вопросы для подготовки к защите

1. В чем преимущества и недостатки различных режимов заземления нейтрали?

2. Как влияет ДГР на величину тока замыкания на землю?

3. Что такое недокомпенсация, точная настройка, перекомпенсация?

4. Как зависит напряжение смещения нейтрали в системе с несимметрией фазных емкостей при заземлении нейтрали через ДГР?

Лабораторная работа № 7 «Исследование надежности защиты изоляции линий электропередачи от коммутационных перенапряжений»

Изучение методики расчета перенапряжений и оценка надежности работы изоляции ВЛ при воздействии коммутационных перенапряжений.

Вопросы для подготовки к защите

1. Объяснить повышение напряжения на конце односторонне-включенной линии.

2. Чем опасны высокие значения вынужденной составляющей напряжения на ВЛ?

3. Объяснить физическую сущность коммутационных перенапряжений.

4. Какие существуют методы расчета коммутационных перенапряжений?

5. Объяснить метод стоячих волн.

Лабораторная работа № 8 «Измерение тангенса угла диэлектрических потерь жидких диэлектриков», выполняемая в рамках практической подготовки

(трудовая функция М/01.6 Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи, G/01.6 Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения)

Изучить правила эксплуатации автоматической установки для измерения тангенса угла диэлектрических потерь «Тангенс – 3М».

Вопросы для подготовки к защите

1. Какие свойства изоляции характеризует угол диэлектрических потерь?
2. Как проводят контроль изоляции измерением угла диэлектрических потерь?
3. Принцип работы моста Шеринга и возможности измерения угла диэлектрических потерь. Уравнение равновесия моста.
4. Зачем и как контролируют частичные разряды в изоляции?

Лабораторная работа №9 «Определения пробивного напряжения трансформаторного масла и других жидких диэлектриков»

Изучить методику определения пробивного напряжения трансформаторного масла и других жидких диэлектриков

Вопросы для подготовки к защите

1. Конструктивные особенности строения изоляции силовых трансформаторов.
2. Конструктивные особенности изоляции высоковольтных вводов?
3. Как выполняется изоляция силовых конденсаторов?
4. Устройство изоляция силовых кабелей?

### 3.4 Типовые контрольные задания для тестирования

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

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Высоковольтные испытания электрооборудования»

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

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

| Индикатор | Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером) | Содержательный элемент                                   | Характеристика содержательного элемента | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |
|-----------|---|--|---|--------------------------------------|
|           | Общие сведения о дисциплине.                              | Введение, краткая характеристика дисциплины, литература. | Знание                                  | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |
|           |   | Исторический обзор развития энергетикитранспорта.        | Действие                                | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |
|           |   | Исторический обзор развития высоковольтных устройств     | Умение                                  | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |
|           | Механизмы возникновения дефектов в изоляции.              | Диэлектрические потери.                                  | Знание                                  | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |
|           |   | Разрядные процессы в жидкой и твердой изоляции.          | Действие                                | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |
|           |   | Механизмы пробоя изоляции. Старение изоляции.            | Умение                                  | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |
|           |   | Ультразвуковые методы контроля.                          | Знание                                  | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ                    |

|   |  |  |          |                    |
|---|--|--|----------|--------------------|
| ПК-4.3. Способен применять в профессиональной деятельности методы диагностирования параметров оборудования и проведения специальных измерений, порядок и правила технической эксплуатации устройств, а также умение работать со специализированным программным обеспечением при организации технической эксплуатации устройств и систем тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи. | Основные виды профилактических испытаний.  | Радиоволновой метод, тепловизионный метод.                                 | Действие | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Оптикоэлектронный метод, рентгенографический метод.                        | Умение   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   | Неразрушающие методы испытаний изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции. Контроль диэлектрических потерь. Измерение интенсивности частичных разрядов. Хроматографический анализ растворенных в масле трансформатора газов. | Метод измерений тока сквозной проводимости или сопротивления изоляции      | Знание   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Метод измерения ёмкости  | Действие | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Метод измерения распределения напряжения                                   | Умение   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   | Испытание изоляции повышенным напряжением. Виды испытательных напряжений. Нормы на испытательные напряжения.   | Повышенное напряжение промышленной частоты.                                | Знание   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Выпрямленное постоянное напряжение.  | Действие | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Импульсное и испытательное напряжения                                      | Умение   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   | Испытательные установки высокого напряжения. Измерение высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений.   | Испытательный трансформатор.   | Знание   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Генераторы коммутационных импульсов.                                       | Действие | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Генераторы импульсных напряжений.  | Умение   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   | Основные виды профилактических испытаний изоляции электроподвижного состава, тяговых подстанций, контактной сети. Меры безопасности при испытаниях изоляции.   | Проверка изоляции электрических цепей по ГОСТ 9219-75 (ОСТ 16 0684.403-80) | Знание   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Контроль сопротивления, емкости и индуктивности элементов цепей.           | Действие | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   |  | Измерение сопротивления изоляции мегаомметрами 2500, 1000 или 500 В        | Умение   | 9– ОТЗ<br>9 – ЗТЗ  |
|   | Итого  |  |          | 189–ОТЗ<br>189–ЗТЗ |

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

Тест содержит 18 вопросов, в том числе 9 – ОТЗ, 9 – ЗТЗ.

Норма времени – 50 мин.

Образец типового теста содержит задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

1. Изоляция может быть разделена на ...

- 1) внешнюю и двойную
- 2) двойную внутреннюю
- 3) внешнюю и внутреннюю.

2. Тлеющий разряд возникает

- 1) при малом давлении
- 2) при высоком давлении
- 3) при нормальном давлении

3. Закон Пашена определяет напряжение пробоя для ....

- 1) резконеоднородных полей
- 2) неоднородных полей
- 3) однородных полей

4. Закон Пашена определяет зависимость

- 1)  $U_{np} = f(l * \rho)$  где  $l$ - расстояние,  $\rho$  -плотность газа
- 2)  $U_{np} = f(S * \rho)$  где  $S$ - площадь электродов,  $\rho$ - плотность газа
- 3)  $U_{np} = f(S * l)$  где  $S$ - площадь электродов,  $l$ - расстояние

5 Закон подобия пробоя воздуха определяет напряжение пробоя для ....

- 1) резконеоднородных полей
- 2) неоднородных полей
- 3) однородных полей

6. Как учитывают влияние атмосферы на разрядное напряжение изоляции?

- 1) не учитывают; 2) учитывают редко; 3) учитывают всегда.

7. Число изоляторов воздушной ЛЭП на деревянных опорах в сравнении с металлическими

- 1) на один меньше
- 2) на один больше
- 3) одинаково

8. Защита воздушной линии электропередачи производится

- 1) стержневыми молниеотводами
- 2) тросовыми молниеотводами
- 3) металлической сеткой

9. Элегаз

- 1) SF<sub>6</sub>
- 2) CCL<sub>2</sub>F<sub>2</sub>
- 3) C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>

.

10. Дополните

ОПН состоит из \_\_\_\_\_ сопротивлений;

11. Дополните

Для главной изоляции электрических машин высокого напряжения используют материалы на основе \_\_\_\_\_.

12. Дополните

Давление в элегазовых распределительных устройствах поддерживается \_\_\_\_\_ давление

13. Дополните

Для повышения однородности электрического поля в герметизированных РУ соединительные шины \_\_\_\_\_.

14. Дополните

От прямых ударов молнии ЛЭП защищены \_\_\_\_\_ молниеотводами;

15. Дополните

В объект, расположенный в зоне защиты молниеотводов вероятность ударов молнии \_\_\_\_\_.

16. Установите соответствие между воздействующими факторами и изменениями в изоляции

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1) Увлажнение         | А) Термическое и динамическое воздействия на изоляцию |
| 2) Загрязнение        | Б) Частичные разряды                                  |
| 3) Перенапряжения     | В) Увеличение $\text{tg } \delta$                     |
| 4) Короткие замыкания | Д) Повышение температуры                              |

17. Установите соответствие между системой электродов и характером электрического поля

- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1) «игла-игла»           | А) Однородное        |
| 2) «игла-плоскость»      | Б) Неоднородное      |
| 3) «плоскость-плоскость» | В) Резконеоднородное |

18. Расположите в порядке убывания значение  $\epsilon_r$  для;

- 1) жидких диэлектриков
- 2) твердых диэлектриков
- 3) газообразных диэлектриков

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

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

| Наименование оценочного средства | Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения   |
|----------------------------------|---|
| Тест                             | Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании каждого семестра и по окончании изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структуры тестов по итогам каждого семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.<br>Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме зачета, так и в форме экзамена.<br>Описание требований, выполнение которых необходимо для успешного выполнения теста: тематика теста; перечень знать, уметь, владеть; виды и количество предъявляемых обучающемуся тестовых заданий; проходной балл; критерии оценки; норма времени; дополнительные требования, включая необходимость использования справочных таблиц и |

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | проч.<br>Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом   |
| Защита лабораторной работы | Лабораторная работа выполняется на занятии, предшествующем занятию проведения контроля. На лабораторном занятии контроля студентом сдается письменный отчет, содержащий необходимые полученные результаты эксперимента и их обработка. Лабораторная работа должна быть в соответствии с требованиями к оформлению работ (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации в последней редакции. Защита лабораторных работ: устно и письменно. Защита «устно» включает в себя вопросы по методике проведения лабораторной работы, знание основных определений, законов, формул по определенной теме. Защита «письменно» включает в себя решение задачи. |
| Контрольная работа (КР)    | Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадами для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР  |
| Собеседование              | Преподаватель информирует обучающихся о том, что для оценки их знаний в качестве формы промежуточной аттестации – экзамена, будет использована 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.   |
| Зачет                      | При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).  |

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме зачета 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 к зачету для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету для оценки умений.

Перечень теоретических вопросов и примеры типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КрИЖТИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

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

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета могут быть использованы результаты тестирования:

| Критерии оценивания                                   | Шкала оценивания |
|---|------------------|
| Обучающийся набрал при тестировании 60 и более баллов | зачтено          |
| Обучающийся набрал при тестировании менее 60 баллов   | Не зачтено       |

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле,



позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится по результатам дополнительного аттестационного испытания в форме контрольной работы, состоящей из типовых практических задач (три задачи) изучаемого раздела. Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением дополнительного аттестационного испытания проходит на последнем в семестре занятии по дисциплине.