



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
электроэнергетики и электроники

_____ Р.В. Ахметова
«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.09.04 Методы расчета электрических полей в линиях электропередач

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность
(профиль) Электроэнергетические системы и сети

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

| Наименование кафедры | Должность, уч.степень, уч.звание | ФИО разработчика |
|----------------------|----------------------------------|------------------|
| ЭСиС | к.т.н., доцент | Муратаева Г.А. |

| Согласование | Наименование подразделения | Дата | № протокола | Подпись |
|--------------|---|------------|-------------|---|
| Одобрена | ЭСиС | 17.05.2023 | №32 | _____ Зав.каф., к.т.н., доц. Максимов В. В. |
| Согласована | Учебно-методический совет института ИЭЭ | 30.05.2023 | №8 | _____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В. |
| Одобрена | Ученый совет института ИЭЭ | 30.05.2023 | №9 | _____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В. |

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Методы расчета электрических полей в линиях электропередач является формирование знаний о природе электромагнитного поля, его характеристиках и зависимостях этих характеристик от геометрии электродных систем, типа диэлектрика, температуры, давления, степени загрязнения окружающей среды, расположения проводящих заземлённых и не заземлённых объектов, силах взаимодействия токоведущих частей электроустановок и т.п.; формирование и развитие научных представлений об аналитических и приближённых методов расчёта характеристик электрических полей; воспитание научного мировоззрения, формирование научного мышления.

Задачами дисциплины являются:

ознакомить обучающихся с основными уравнениями и методами расчета электрических полей в линиях электропередач;

познакомить обучающихся с методами расчета электрических полей, применяемыми при проектировании и модернизации электроэнергетического и электротехнологического оборудования;

привить практические навыки самостоятельного расчета электрических полей в пролете воздушных линий электропередачи, а также электрических полей простейших изоляционных конструкций.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора |
|---|--|
| ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности | ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Теоретические основы электротехники, Математика

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Проектирование электроэнергетических систем и сетей, Оптимизация в электроэнергетических системах.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр |
|-------------------------------|----------|-------------|---------|
| | | | (ы) |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 | 108 | 108 |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА* | - | 40 | 40 |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА | 0,8 | 32 | 32 |
| Лекции | 0,2 | 8 | 8 |

| | | | |
|---------------------------------------|-----|----|----|
| Практические (семинарские) занятия | 0,2 | 8 | 8 |
| Лабораторные работы | 0,4 | 16 | 16 |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 2,1 | 76 | 76 |
| Проработка учебного материала | 2,1 | 76 | 76 |
| Курсовой проект | 0 | 0 | 0 |
| Курсовая работа | 0 | 0 | 0 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0 | 0 | 0 |
| Промежуточная аттестация: | | | 3 |
| | | | - |

Для заочной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр (ы) |
|---------------------------------------|----------|-------------|-------------|
| | | | 8 |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 | 108 | 108 |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА | - | 21 | 21 |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА | 0,3 | 12 | 12 |
| Лекции | 0,1 | 4 | 4 |
| Практические (семинарские) занятия | 0,1 | 4 | 4 |
| Лабораторные работы | 0,1 | 4 | 4 |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 2,7 | 96 | 96 |
| Проработка учебного материала | 2,6 | 92 | 92 |
| Курсовой проект | 0 | 0 | 0 |
| Курсовая работа | 0 | 0 | 0 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 0,1 | 4 | 4 |
| Промежуточная аттестация: | | | 3 |
| | | | - |

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины | Всего часов | Распределение трудоемкости по видам учебной работы | | | | Формы и вид контроля | Индексы индикаторов формируемых компетенций |
|--------------------|-------------|--|-----------|----------|-----------|----------------------|---|
| | | лекции | лаб. раб. | пр. зан. | сам. раб. | | |
| Раздел 1 | 54 | 4 | 8 | 4 | 38 | ТК1 | ПК-3.2.У |
| Раздел 2 | 54 | 4 | 8 | 4 | 38 | ТК2 | ПК-3.2.3,В |
| Зачет | 0 | | | | 0 | ОМ | ПК-3.2.3,У,В |
| ИТОГО | 108 | 8 | 16 | 8 | 76 | | |

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Характеристики электрических полей.

В рамках данной темы поясняются основы теории электромагнитного поля, граничные условия для векторов электрического поля. Характеристики электрических полей. Расчет электрических полей в однородной среде.

Раздел 2. Аналитические методы расчета электрических полей

В рамках данной темы рассматриваются аналитические методы расчета электрических полей: метод зеркальных отображений, методы решения уравнения электрического поля. Аналитические методы расчета электрических полей. Основные принципы метода интегральных уравнений.

3.4. Тематический план практических занятий

Основы теории электромагнитного поля. Граничные условия для векторов электрического поля. Метод зеркальных отображений. Методы непосредственного решения уравнения электрического поля.

Численные методы расчета электрического поля. Численные методы решения уравнений Пуассона.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Проведение экспертизы электрического поля высоковольтной воздушной линии электропередачи

Лабораторная работа № 2. Проведение экспертизы электрического поля высоковольтной силового трансформатора

Лабораторная работа № 3. Проведение экспертизы электрического поля высоковольтной силового выключателя

Лабораторная работа № 4. Проведение экспертизы электрического поля высоковольтной подстанции

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

«Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции | | | |
|--------------------------------|---|--|---|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| | | | Высокий | Средний | Ниже среднего | Низкий |
| | | | от 85 до 100 | от 70 до 84 | от 55 до 69 | от 0 до 54 |
| | | | Шкала оценивания | | | |
| | | | отлично | хорошо | удовлетворительно | неудовлетворительно |
| | | | зачтено | | не зачтено | |
| ПК-3 Способен участвовать в | ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетики | знать: способы проведения работ по ремонту оборудования | Знает способы проведения работ | Знает способы проведения работ | Плохо знает способы проведения работ | Уровень знаний ниже минимал |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--|
| эксплуатации объектов профессиональной деятельности | технических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования | электроэнергетических систем и сетей | по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, не допускает ошибок | по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, при ответе может допустить несколько грубых ошибок | ия работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, допускает множество мелких ошибок | ьного требования, допускает грубые ошибки |
| | | уметь: | | | | |
| | | рассчитывать напряженность электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач | Знает расчеты напряженности электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, не допускает ошибок | Знает расчет напряженность электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, при ответе может допустить несколько грубых ошибок | Плохо рассчитывает напряженность электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, допускает множество мелких ошибок | Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки |
| | | владеть: | | | | |
| опытом расчета электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач | Знает расчеты электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, не допускает ошибок | Знает расчет электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, при ответе | Плохо знает расчеты электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, допускает | Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--------------------------------|--|
| | | | | может допустить несколько грубых ошибок | множеств о мелких ошибок | |
|--|--|--|--|---|--------------------------------|--|

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

Расчет электрических полей устройств высокого напряжения : учебное пособие для вузов / И.П. Белоедова [и др.] ; под ред. Е. С. Колечицкого. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 248 с. - **URL:** <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011126.html>. - **ISBN** 978-5-383-01112-6. - Текст : электронный.

Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - 4-е изд., стер. - М. : Кнорус, 2022. - 648 с. - **URL:** <https://book.ru/book/941748>. - **ISBN** 978-5-406-08872-2. - Текст : электронный.

5.1.2.Дополнительная литература

Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ВЛ 110-1150 кВ : учебно-практическое пособие / В. М. Лаврентьев, Н. Г. Царанов. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - 572 с. - **URL:** <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012420.html>. - **ISBN** 978-5-383-01242-0. - Текст : электронный.

Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-750 кВ / Е. Г. Гологорский, А. Н. Кравцов, Б. М. Узелков. - М. : ЭНАС, 2016. - 560 с. - **URL:** <https://e.lanbook.com/book/104570>. - Текст : электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

Российская национальная библиотека
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Техническая библиотека

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

LMS Moodle
Браузер Chrome

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование вида учебной работы | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения |
|----------------------------------|---|--|
| Лекции | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия |
| Практические занятия | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др. |
| Лабораторные работы | Учебная лаборатория «Полигон 110/10 кВ» | Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Индикатор электромагнитных полей промышленной частоты «ВЕ-50И». |
| Самостоятельная работа | Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |
| | Читальный зал библиотеки | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение |
| | | |

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по

отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| № п/п | № раздела внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | «Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину | «Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

*Методы расчета электрических полей в линиях электропередач
(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Методы расчета электрических полей в линиях электропередач, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 7

| Наименование раздела | Формы и вид контроля | Рейтинговые показатели | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|--------------|--------------------------|
| | | I текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК1 | II текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК2 | III текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК3 | Итого | Промежуточная аттестация |
| Раздел 1. « Характеристики электрических полей» | ТК1 | 25 | 0-20 | | | | | 25-45 | 25-45 |
| Тест | | 10 | | | | | | | |
| Защита лабораторной работы | | 8 | | | | | | | |
| Опрос по разделу | | 7 | | | | | | | |
| Раздел 2. « Аналитические методы расчета электрических полей» | ТК2 | | | 30 | 0-25 | | | 30-55 | 30-55 |
| Тест | | | | 10 | | | | | |
| Защита лабораторной работы | | | | 10 | | | | | |
| Мультимедийная презентация | | | | 10 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация (зачет) | ОМ | | | | | | | | 0-45 |
| Задание промежуточной аттестации | | | | | | | | | 0-15 |
| В письменной форме по билетам | | | | | | | | | 0-30 |

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности индикатора компетенции | | | |
|-----------------|----------------------------|---|---|-------------|-------------------|---------------------|
| | | | Высокий | Средний | Ниже среднего | Низкий |
| | | | от 85 до 100 | от 70 до 84 | от 55 до 69 | от 0 до 54 |
| | | | Шкала оценивания | | | |
| | | | отлично | хорошо | удовлетворительно | неудовлетворительно |

| | | | | | | тельно | |
|---|---|---|---|---|--|--|------------|
| | | | | | | зачтено | не зачтено |
| ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов объектов профессиональной деятельности | ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования | знать: | | | | | |
| | | способы проведения работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей | Знает способы проведения работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, не допускает ошибок | Знает способы проведения работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, при ответе может допустить несколько грубых ошибок | Плохо знает способы проведения работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, допускает множество мелких ошибок | Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки | |
| | | уметь: | | | | | |
| | | рассчитывать напряженность электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач | Знает расчеты напряженности электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, не допускает ошибок | Знает расчет напряженность электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, при ответе может допустить несколько грубых ошибок | Плохо рассчитывает напряженность электрического поля оборудования подстанций и линий электропередач, допускает множество мелких ошибок | Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки | |
| | | владеть: | | | | | |
| | | опытом расчета электрического поля оборудования подстанций и линий | Знает расчеты электрического поля оборудования | Знает расчеты электрического поля оборудования | Плохо знает расчеты электрического поля | Уровень знаний ниже минимального требования | |

| | | | | | | |
|--|--|----------------|---|--|--|-----------------------------|
| | | электропередач | ания подстанций и линий электропередач, не допускает ошибок | ания подстанций и линий электропередач, при ответе может допустить несколько грубых ошибок | оборудования подстанций и линий электропередач, допускает множеств о мелких ошибок | ия, допускает грубые ошибки |
|--|--|----------------|---|--|--|-----------------------------|

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Описание оценочного средства |
|------------------------------------|---|--|
| Мультимедийная презентация (МП) | Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий | Тематика презентаций |
| Опрос по разделам (темам) | Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины | Перечень определений основных понятий темы/дисциплины |
| Отчет по лабораторной работе (ОЛР) | Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету | Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету |
| Тест (Тест) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося | Комплект тестовых заданий |

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Комплект тестовых заданий *ТК1*

ПК-3: Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности, ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования

Тест

| Вопрос | Варианты ответа |
|---|---|
| На какой срок разрешается выдавать наряд для проведения работ по ремонту в электроустановках электроэнергетических систем и сетей | одни сутки |
| | 30 календарных дней |
| | 15 календарных дней |
| | одну неделю |
| Во время проведения работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей действующими считаются установки | электроустановка или ее часть, которые находятся под напряжением либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов |
| | которые полностью или частично заземлены |
| | которые полностью или частично находятся под напряжением |
| | которые находятся под напряжением в данный момент |
| При эксплуатации оборудования электроэнергетических систем и сетей, электрический ток в проводнике существует в случае | электрического поля |
| | свободных заряженных частиц и электрического поля |
| | свободных частиц |
| | электромагнитного поля |
| С помощью какого прибора измеряется напряжение при проведении работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей | Амперметр |
| | Ваттметр |
| | Вольтметр |
| | Фазометр |
| К каким производственным объектам в соответствии с Градостроительным законодательством Российской Федерации относятся линии электропередачи и иное оборудование электроэнергетических систем и сетей напряжением 330 кВ | К особо опасным и технически сложным объектам |
| | К уникальным объектам |
| | К объектам средней опасности |
| | К объектам низкой опасности |
| Какая величина является вихревой характеристикой электрического поля при проведении ремонтных работ оборудования электроэнергетических систем и сетей | дивергенция |
| | ротор |
| | напряжённость |
| | потенциал |
| Напряжённость электрического поля измеряют с помощью пробного заряда $q_п$. Если величину пробного заряда уменьшить в x раз, то модуль напряжённости измеряемого поля _____ x раз. | |
| Модуль напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом, при увеличении расстояния от этого заряда до точки наблюдения в N раз, _____ N раз. | |
| Вектор напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом в некоторой точке пространства направлен _____ | |
| Поместите в точку пробный заряд и определите наличие _____ в данной точке. | |
| В системе СИ единицей измерения напряженности электрического поля является _____ | |
| _____ поле, созданное неподвижным электрическим зарядом, относительно рассматриваемой инерциальной системы отсчёта. | |
| Физическая величина, равная силе, действующей на неподвижный единичный положительный заряд | |

| |
|---|
| называется _____. |
| Напряженность электрического поля, образованного точечным зарядом 10^{-10} Кл, на некотором расстоянии от него равна 5 В/м. Определите расстояние от заряда до данной точки. Ответ выразите в сантиметрах, округлив до целых _____. |
| Вид материи, главное свойство которой - действие с некоторой силой на тела, обладающие электрическим зарядом, называется _____. |
| Модуль напряженности электрического поля в данной точке равен 200 В/м. Какая сила действует на точечный заряд 8 мКл, помещенный в эту точку? Ответ дайте в ньютонах _____. |
| Напряженность поля точечного заряда при увеличении расстояния в 3 раза, увеличиться в _____ раз. |
| Напряженность электрического поля в некоторой точке от точечного заряда при увеличении заряда в 4 раза, увеличиться в _____ раз. |
| Напряженность электрического поля измеряется в _____. |
| Ускоренно движущийся электрический заряд является источником _____ поля. |
| В системе СИ единицей измерения индуктивности является _____. |
| Величина вихревой характеристики электрического поля называется _____. |
| При изменении магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводник возникает _____ ток в проводнике. |
| Линия в пространстве, касательная к которой в каждой точке совпадает по направлению с напряженностью электрического поля, называется _____. |
| Силовой характеристикой электрического поля является его _____. |
| Напряженность электрического поля E заряда Q определяется по формуле _____. |
| Напряженность электрического поля заряда при уменьшении расстояния от него в три раза увеличиться в _____ раз. |
| Электрическое поле заряженной плоскости является _____. |
| Напряженность электрического поля системы заряженных тел определяется как _____ сумма напряженностей полей каждого заряда. |
| Энергетической характеристикой электрического поля является его _____. |

Вопросы к защите лабораторной работы ТК1

Опишите устройство и принцип действия измерителя параметров магнитного и электрического полей промышленной частоты ВЕ-50.

Каков порядок проведения измерений уровней электрического поля на рабочих местах?

Каков порядок проведения измерений уровней электрического поля под линией электропередач напряжением 110 кВ?

Каков порядок проведения измерений уровней электрического поля под линией электропередач напряжением 220 кВ?

Перечислите источники образования электромагнитных полей 50 Гц?

Как определяется допустимое время пребывания на рабочем месте при напряженности электрического поля 5 – 20 кВ/м?

Как определяется допустимое время пребывания в течение рабочей смены в зонах с разными напряженностями электрического поля?

От чего зависит время пребывания при действии периодических электрических полей?

Каково время пребывания на рабочем месте в электрическом поле 20 – 25 кВ/м?

Вопросы к опросу ТК1

Что такое электрическое поле?

- Что называют магнитным полем?
- Что такое напряженность электрического поля?
- Какова зависимость напряженности электрического поля от расстояния до ее источника распространения?
- Что такое магнитный поток?
- Из чего состоит электрическая цепь?
- С какими физическими свойствами электростатического поля связаны понятия напряженности и потенциала?
- Какая существует связь между уравнениями поля в интегральной и дифференциальной формах?
- В каких единицах измеряются напряженность электрического поля, электрическое смещение и поток вектора смещения?
- Следствием, каких двух дифференциальных соотношений является уравнение Пуассона?
- Сформулируйте и запишите теорему Гаусса
- Какой вывод о характере электромагнитного движения можно сделать из уравнений Максвелла?
- В каких областях магнитное поле можно считать потенциальным?
- Где нельзя пользоваться скалярным потенциалом магнитного поля?
- Перечислите основные методы решения уравнений Пуассона и Лапласа?
- Перечислите основные уравнения электростатики в интегральной форме?
- Следствием какого закона в интегральной форме является второе уравнение Максвелла?
- Приведите фундаментальные уравнения Лапласа в пространстве, однородном и плоскопараллельном поле.
- В чем состоит метод наложения, и что такое частичная емкость?
- Что такое электрический диполь, каковы характеристики поля диполя?
- Для объяснения каких явлений используется понятие диполя?
- Определите напряженность электрического поля на поверхности одиночного провода, расположенного над землей.
- Как определить параметры поля трехфазной линии?

Комплект тестовых заданий ТК2

ПК-3: Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности, ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования

Тест

| Вопрос | Варианты ответа |
|--|--|
| Сколько токоприемников разрешается подключать к разделительному трансформатору | не более двух |
| | неограниченное количество, исходя из мощности трансформатора |
| | не более одного |
| | не более трех |
| В электромагнитной волне совершают колебания | вектор напряженности электрического тока |
| | частицы среды |
| | векторы напряженности и магнитной индукции |

| | |
|--|---|
| | вектор магнитной индукции |
| Какой величиной характеризуется электрическое поле, при эксплуатации оборудования электроэнергетических систем и сетей | плотность |
| | напряженность |
| | напряжение |
| | мощность |
| Для чего служит защитное заземление при эксплуатации оборудования электроэнергетических систем и сетей | для нормальной работы электрооборудования |
| | для защиты изоляции электроустановок от действия блуждающих токов |
| | для защиты людей от поражения электротоком при повреждении изоляции в электроустановках |
| Электромагнитное поле при проведении работ по ремонту электрооборудования распространяется в пространстве в виде: | механических волн |
| | поперечной электромагнитной волны |
| | продольной электромагнитной волны |
| | потока заряженных частиц |
| В электромагнитной волне совершают колебания | вектор напряженности электрического тока |
| | частицы среды |
| | вектор магнитной индукции |
| | векторы напряженности и магнитной индукции |
| По формуле $Q/4\pi\epsilon_0 r$ определяется _____ поля. | |
| По формуле $Q_1 Q_2 / 4\pi\epsilon_0 r^2$ определяется _____ поля. | |
| Внутри металлического тела, помещенного в электрическое поле, напряженность этого поля равна _____. | |
| По теореме _____ поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность равен алгебраической сумме зарядов, заключенных внутри поверхности, делённой на электрическую постоянную и диэлектрическую проницаемость среды. | |
| Число линий вектора E , пронизывающих некоторую поверхность S , называется потоком вектора _____. | |
| Вектором D характеризуется _____ поле, которое создается свободными зарядами. | |
| Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид _____. | |
| Уравнение Максвелла, описывающее отсутствие в природе магнитных зарядов, имеет вид _____. | |
| Запишите первое уравнение Максвелла _____. | |
| Численные методы позволяют свести решение задачи к выполнению конечного количества арифметических действий над числами, при этом результаты получаются в виде _____ значений. | |
| Выражение дивергенции через декартовы координаты _____. | |
| Запишите уравнение Максвелла в дифференциальной форме, отражающее теорему Остроградского-Гаусса для напряжённости электрического поля _____. | |
| Запишите формулу объёмная плотность энергии электромагнитного поля _____. | |
| Запишите формулу ток смещения _____. | |
| Запишите уравнение Максвелла в дифференциальной форме, отражающее теорему о циркуляции для индукции магнитного поля _____. | |
| Запишите формулу уравнение Максвелла в дифференциальной форме, отражающее теорему Остроградского-Гаусса для индукции магнитного поля _____. | |
| Выражение градиента через декартовы координаты _____. | |
| Второе уравнение Максвелла имеет вид _____. | |
| Каждое решение разностного уравнения Лапласа достигает на границе сеточной области значения _____. | |
| Уравнение Пуассона имеет вид _____. | |

| | |
|--|--|
| <i>Эллиптическими уравнениями являются уравнения _____</i> | |
| <i>Методы, в которых все окончательные результаты являются числами называются _____</i> | |
| <i>Запишите уравнение Максвелла в дифференциальной форме, отражающее теорему о циркуляции для напряжённости электрического поля</i> | |
| <i>Запишите уравнение Гаусса в дифференциальной форме</i> | |
| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
| <i>На какой срок разрешается выдавать наряд для проведения работ по ремонту в электроустановках электроэнергетических систем и сетей</i> | <i>одни сутки</i> |
| | <i>30 календарных дней</i> |
| | <i>15 календарных дней</i> |
| | <i>одну неделю</i> |
| <i>Во время проведения работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей действующими считаются установки</i> | <i>электроустановка или ее часть, которые находятся под напряжением либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов</i> |
| | <i>которые полностью или частично заземлены</i> |
| | <i>которые полностью или частично находятся под напряжением</i> |
| | <i>которые находятся под напряжением в данный момент</i> |
| <i>При эксплуатации оборудования электроэнергетических систем и сетей, электрический ток в проводнике существует в случае</i> | <i>электрического поля</i> |
| | <i>свободных заряженных частиц и электрического поля</i> |
| | <i>свободных частиц</i> |
| | <i>электромагнитного поля</i> |
| <i>С помощью какого прибора измеряется напряжение при проведении работ по ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей</i> | <i>Амперметр</i> |
| | <i>Ваттметр</i> |
| | <i>Вольтметр</i> |
| | <i>Фазометр</i> |
| <i>К каким производственным объектам в соответствии с Градостроительным законодательством Российской Федерации относятся линии электропередачи и иное оборудование электроэнергетических систем и сетей напряжением 330 кВ</i> | <i>К особо опасным и технически сложным объектам</i> |
| | <i>К уникальным объектам</i> |
| | <i>К объектам средней опасности</i> |
| | <i>К объектам низкой опасности</i> |
| <i>Какая величина является вихревой характеристикой электрического поля при проведении ремонтных работ оборудования электроэнергетических систем и сетей</i> | <i>дивергенция</i> |
| | <i>ротор</i> |
| | <i>напряжённость</i> |
| | <i>потенциал</i> |
| <i>Сколько токоприемников разрешается подключать к разделительному трансформатору</i> | <i>не более двух</i> |
| | <i>неограниченное количество, исходя из мощности трансформатора</i> |
| | <i>не более одного</i> |
| | <i>не более трех</i> |
| <i>В электромагнитной волне совершают колебания</i> | <i>вектор напряженности электрического тока</i> |
| | <i>частицы среды</i> |

| | |
|--|---|
| | векторы напряженности и магнитной индукции |
| | вектор магнитной индукции |
| Какой величиной характеризуется электрическое поле, при эксплуатации оборудования электроэнергетических систем и сетей | плотность |
| | напряженность |
| | напряжение |
| | мощность |
| Для чего служит защитное заземление при эксплуатации оборудования электроэнергетических систем и сетей | для нормальной работы электрооборудования |
| | для защиты изоляции электроустановок от действия блуждающих токов |
| | для защиты электроустановок от коммутационных перенапряжений |
| | для защиты людей от поражения электротоком при повреждении изоляции в электроустановках |
| Электромагнитное поле при проведении работ по ремонту электрооборудования распространяется в пространстве в виде: | механических волн |
| | поперечной электромагнитной волны |
| | продольной электромагнитной волны |
| | потока заряженных частиц |
| В электромагнитной волне совершают колебания | вектор напряженности электрического тока |
| | частицы среды |
| | вектор магнитной индукции |
| | векторы напряженности и магнитной индукции |
| Под каким углом α пересекаются между собой силовые линии электрического поля | $\alpha < 90^\circ$ |
| | $\alpha > 90^\circ$ |
| | не пересекаются |
| | $\alpha = 90^\circ$ |
| В электромагнитной волне совершают колебания | вектор магнитной индукции |
| | векторы напряженности и магнитной индукции |
| | частицы среды |
| | вектор напряженности электрического тока |
| В потенциальном электрическом поле | $\text{rot}E=0$ |
| | $D=0$ |
| | $q=0$ |
| | $\text{rot}E=D$ |
| Для существования электрического тока в проводнике необходимо наличие | свободных заряженных частиц и электрического поля |
| | свободных заряженных частиц |
| | электрического поля |
| | свободных частиц |
| | свободных незаряженных частиц и электрического поля |
| Переменное электрическое поле является вихревым, так как силовые линии | начинаются на положительных зарядах |
| | замкнуты |
| | у этого поля отсутствуют |
| | начинаются на отрицательных зарядах |
| Какие из волн не являются электромагнитными | рентгеновские лучи |
| | звуковые волны |
| | световые волны |
| | радиоволны |
| Какая величина является силовой характеристикой электрического поля | потенциал |
| | напряжённость |
| | ротор |
| | дивергенция |

| | |
|--|-----------------------------------|
| Электромагнитное поле распространяется в пространстве в виде | продольной электромагнитной волны |
| | потока заряженных частиц |
| | поперечной электромагнитной волны |
| | механических волн |
| Запишите уравнение Гаусса в дифференциальной форме | |
| Запишите уравнение электрического смещения | |
| Метод _____ применим и при любом числе проводов, протянутых параллельно друг другу и плоской поверхности, ограничивающей проводящую среду | |
| Какой метод построения численных решений для уравнений в частных производных является самым простым _____ | |
| Напряженность поля электрического заряда выше, если заряд находится в _____ | |
| Для решения одномерной смешанной задачи для уравнений в частных производных параболического типа область определения искомой функции покрывается _____ | |
| К способам построения численных решений для уравнений в частных производных следует относить _____ | |
| Впервые понятие _____ было введено и математически строго описано Джеймсом Клерком Максвеллом. | |
| Метод _____ применяется в случаях, когда требуется определить поле зарядов, расположенных вблизи границы раздела сред с различными электрическими свойствами. | |
| Метод конечных разностей позволяет свести дифференциальное уравнение с частными производными к системе _____ уравнений. | |
| Геометрия ячейки сетки в методе конечных разностей определяется _____ | |
| Простейшим способом построения численных решений для уравнений в частных производных является _____ | |
| Приближенное решение одномерной смешанной задачи для уравнений в частных производных параболического типа представляется в виде _____ | |
| Величина длительно допустимого напряжения для ЛЭП 500 кВ составляет _____ | |
| ВЛ это протяженный токопровод, вокруг которого существует _____ | |
| При проведении обоснования конструкции фазы необходимо, чтобы величина максимальной напряженности была _____ больше допустимых значений напряженности поля по условию общего коронирования | |
| При увеличении количества проводов в фазе значение максимальной напряженности на поверхности провода при оптимальном шаге расщепления _____ | |
| Увеличение количества проводов в фазе при условии сохранения их общего сечения приводит к _____ максимальной напряженности поля. | |
| Энергетические предприятия (электростанции) и электротехнологические установки создают электромагнитные поля в диапазоне частот до _____ кГц. | |
| Границы санитарно-защитных зон, согласно санпин, для линий электропередачи ЛЭП-500 кВ составляют _____ м. | |
| Допустимые уровни воздействия электрического поля линий электропередачи на население на территории зоны жилой застройки составляют _____ кВ/м. | |
| Максвеллом Д.К. открыто явление _____ | |
| Какое расстояние для линий напряжением 20 кВ установлены границы санитарно-защитных зон вдоль высоковольтных линий электропередач _____. | |
| Какое расстояние для линий напряжением 35 кВ установлены границы санитарно-защитных зон вдоль высоковольтных линий электропередач _____. | |
| По теореме Гаусса в вакууме поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность равен алгебраической сумме зарядов, заключенных _____ поверхности, делённой на электрическую постоянную. | |
| Отношение силы, действующей на электрический заряд, находящийся в электрическом поле, к величине этого заряда называется _____ - | |
| Какое расстояние для линий напряжением 750-1150 кВ установлены границы санитарно-защитных зон вдоль высоковольтных линий электропередач _____. | |
| _____ количество электрического заряда, приходящееся на единицу объёма. В системе СИ измеряются в кулонах на кубический метр (Кл/м ³). | |
| Абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума равна _____ Ф/м | |

| |
|---|
| Какое расстояние для линий напряжением 110 кВ установлены границы санитарно-защитных зон вдоль высоковольтных линий электропередач _____. |
| Поток вектора напряжённости электрического поля через любую произвольно выбранную замкнутую поверхность _____ заключённому внутри этой поверхности электрическому заряду. |
| Какое расстояние для линий напряжением 750 кВ установлены границы санитарно-защитных зон вдоль высоковольтных линий электропередач _____. |
| Запишите формулы отражающую уравнение Пуассона _____ |
| Силовые линии электрического поля одиночного положительного заряда _____ и уходят в бесконечность. |

Вопросы к защите лабораторной работы ТК2

Что является причиной появления электрического поля от высоковольтных коммутационных устройств?

Перечислите факторы, влияющие на величину напряженности электрического поля высоковольтного выключателя.

Какие мероприятия применяются для снижения напряженности электрического поля от коммутационных устройств?

Перечислите виды коммутационных устройств, применяемых на подстанциях.

Назовите функциональное назначение высоковольтного выключателя?

Дайте определение электрической подстанции и опишите ее назначение?

Какие элементы подстанции могут являться источниками электрического поля?

Какими нормативными документами нормируются допустимые величины электрических полей на подстанции?

Перечислите правила проведения экспертизы электрического поля на подстанции.

Назовите измерительные приборы, с помощью которых определяется величина воздействия электрического поля

Тематика презентаций ТК2

Расчет электрических полей в элементах конструкции высоковольтного измерителя тока

Расчет электрических полей в элементах конструкции высоковольтного измерителя напряжения

Способы графического и аналитического выражения напряженности электрического поля

Расчет электростатических полей методом эквивалентных зарядов

Возможности создания карты электромагнитных полей электроэнергетических объектов с применением ГИС технологий

Метод конечных элементов и его применение в инженерных расчетах

Применение метода конечных элементов в расчетах температуры и потерь электроэнергии в СИП воздушных линий электропередач

Расчет электростатических полей конструкций высокого напряжения модифицированным методом эквивалентных зарядов

Оценка уровня электромагнитных полей ЛЭП с учетом расщепления

фазы на два проводника

Математическое моделирование зависимости напряженности электрического поля на проводах воздушной линии от параметров расщепления

Электромагнитная безопасность элементов энергетических систем

Оценка точности моделирования электромагнитной совместимости вблизи линии электропередачи

Электрическое поле высоковольтных электрических установок, проблемы нормирования и расчет

Получение и анализ экспериментальных данных электрического поля воздушной линии электропередачи

Методы расчета электростатических поле

Правила технической эксплуатации электроустановок

Эллиптическое электрическое и магнитное поля электроустановок. Метод их расчета и нормирования

Нормирование электрического и магнитного поля промышленной частоты

Безопасность при работах в зоне влияния электрического и магнитного полей

Влияние полей, создаваемых устройствами электроэнергетике, на биологические объекты

Анализ режимов работы линий электропередач

Виды технического состояния воздушных линий

Причины повреждений на воздушных линиях электропередачи

Планово – предупредительный ремонт оборудования

Организация ремонтных работ линий электропередач

Нормирование магнитного поля промышленной частоты

Расчет электрического поля

Для промежуточной аттестации:

Вопросы к зачету:

1. Аналитические методы расчета электрических полей в линиях электропередач.
2. Выбор численного метода для расчета электрических полей.
3. Граничные условиями в задачах расчета электростатического поля .
4. Графическое изображение электромагнитного поля.
5. Уравнения Максвелла.
6. Краткая характеристика численных методов расчета электростатических полей.
7. Математическое описание электростатического поля.
8. Метод конечных разностей.
9. Методы решения уравнений электростатического поля.
10. Основные определения электромагнитного поля.
11. Основные принципы интегральных численных методов.
12. Уравнение Лапласа

13. Потенциал электростатического поля.
14. Принцип суперпозиций.
15. Прямые конечно-разностные методы.
16. Расчет электрических полей простейших зарядов и их систем в однородной среде.
17. Численные методы расчета электростатических полей.
18. Электрические поля объектов электроэнергетики.
19. Электрические поля установок высокого напряжения.
20. Аналитические методы расчета электрических полей в линиях электропередач.
21. Краткая характеристика численных методов расчета электростатических полей.
22. Математическое описание электростатического поля.
23. Метод конечных разностей.
24. Методы решения уравнений Пуассона и Лапласа.
25. Основные приемы расчета электрических полей.

Тест

| | |
|--|--|
| <i>Какие из волн не являются электромагнитными</i> | <i>рентгеновские лучи</i> |
| | <i>звуковые волны</i> |
| | <i>световые волны</i> |
| | <i>радиоволны</i> |
| <i>Какая величина является силовой характеристикой электрического поля</i> | <i>потенциал</i> |
| | <i>напряжённость</i> |
| | <i>ротор</i> |
| | <i>дивергенция</i> |
| <i>Электромагнитное поле распространяется в пространстве в виде</i> | <i>продольной электромагнитной волны</i> |
| | <i>потока заряженных частиц</i> |
| | <i>поперечной электромагнитной волны</i> |
| | <i>механических волн</i> |
| <i>Запишите уравнение Гаусса в дифференциальной форме</i> | |
| <i>Запишите уравнение электрического смещения</i> | |