

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения

М.Н. Нестеров
« 15 » 20 15 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор энергетического института

А.В. Белоусов
« 15 » 10 20 15 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ДИЭЛЕКТРИКАХ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Энергетический институт

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  А.Н. Семернин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 13 » 10 2015 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 15 » 10 2015 г., протокол № 2

Председатель: канд. техн. наук, доцент  А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции | | | Требования к результатам обучения |
|-----------------------------|-----------------|---|--|
| № | Код компетенции | Компетенция | |
| Общепрофессиональные | | | |
| 1 | ОПК-2 | Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования при решении профессиональных задач. | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: электрофизические процессы протекающие в диэлектриках при воздействии электрического поля.</p> <p>Уметь: применять физико-математический аппарат для определения основных параметров электроразрядных процессов, выбирать оптимальные условия надежного функционирования изоляции электрооборудования.</p> <p>Владеть: методиками выполнения расчетов и экспериментальных исследований электро – физических параметров электроизоляционных материалов.</p> |
| Профессиональные | | | |
| 1 | ПК-3 | Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования. | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные методы экспериментального исследования и теоретического расчета основных параметров диэлектрических материалов.</p> <p>Уметь: работать с нормативно-технической литературой, оценивать надёжность электрической изоляции.</p> <p>Владеть: методами определения срока службы изоляционных конструкций.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины |
|---|-------------------------------------|
| 1 | Высшая математика |
| 2 | Физика |
| 3 | Теоретические основы электротехники |
| 4 | Электроснабжение |
| 5 | Электрические аппараты |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|--------------------------------------|
| 1 | Эксплуатация систем электроснабжения |
| 2 | Электроэнергетические системы и сети |
| 3 | Релейная защита и автоматика |
| 4 | Электрические станции и подстанции |
| 5 | Государственная итоговая аттестация |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 8 | Семестр № 9 |
|--|-------------|-------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 144 | 2 | 142 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 18 | 2 | 16 |
| лекции | 10 | 2 | 8 |
| лабораторные | – | – | – |
| практические | 8 | – | 8 |
| Самостоятельная работа студентов, в том числе: | 126 | – | 126 |
| Курсовой проект | – | – | – |
| Курсовая работа | – | – | – |
| Расчетно-графическое задания | 18 | – | 18 |
| Индивидуальное домашнее задание | - | — | - |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i> | 72 | – | 72 |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 36 | – | Экзамен (36) |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|--|---|---|--------------|----------------------|------------------------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1. Предмет и задачи курса. Общие понятия и определения. | | | | | |
| 1.1 | Понятие о диэлектриках. Изоляционный материал, изолятор, диэлектрический материал, электрическая изоляция. Виды диэлектриков. Классификация диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Значение электроизоляционных и диэлектрических материалов. Возможности их использования. | 2 | - | - | 2 |
| 1.2 | Особенности структуры и движения частиц в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. | - | - | - | 2 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 2. Поляризация диэлектриков | | | | | |
| 2.1 | Физическая сущность поляризации диэлектриков. Электрические поля в поляризованном диэлектрике. Поле внутри диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Уравнения диэлектрической поляризации. Уравнение Клаузиуса – Мосотти. | 2 | 2 | - | 4 |
| 2.2 | Виды поляризованных диэлектриков. Электронная и ионная поляризация. Релаксационные виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости газообразных, жидких и твердых диэлектриков от внешних факторов. | - | - | - | 2 |
| 3. Электропроводность диэлектриков | | | | | |
| 3.1 | Объемная и поверхностная проводимость. Токи смещения, абсорбции и сквозной проводимости. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры. Температурный коэффициент удельного сопротивления диэлектриков. Подвижность ионов, плотность тока. | 2 | 2 | - | 4 |
| 3.2 | Электропроводность газообразных диэлектриков. Зависимость плотности тока от напряженности электрического поля. Ионизация газа. | - | 2 | - | 4 |
| 3.3 | Электропроводность жидких диэлектриков. Ионная проводимость. Электрофоретическая проводимость. Зависимость плотности тока и удельной электропроводности от напряженности электрического поля. Поведение коллоидных частиц | - | - | - | 4 |
| 3.4 | Основные виды проводимости твердых диэлектриков. Основные влияющие факторы на проводимость диэлектриков. Зависимость плотности тока и удельной электропроводности от напряженности электрического поля. Электропроводность полимерных диэлектриков. | - | - | - | 6 |
| 4. Диэлектрические потери | | | | | |
| 4.1 | Основные понятия. Тангенс угла диэлектрических потерь. Эквивалентные схемы замещения диэлектрика с потерями. Виды диэлектрических потерь. | 2 | - | - | 4 |
| 4.2 | Диэлектрические потери в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. Влияние температуры и частоты на потери в диэлектрике. | - | - | - | 6 |
| 5. Пробой диэлектриков | | | | | |
| 5.1 | Электрофизические процессы в газах. Основные понятия. Электрический разряд в газах: лавинная, стримерная, лидерная формы разрядов, условие самостоятельности разряда, разрядные напряжения промежутков в газе. | - | - | - | 4 |
| 5.2 | Факторы, влияющие на разрядные напряжения газовых промежутков. Коронный разряд, разряд в вакууме. Разряд в газе по поверхности твердого диэлектрика. | - | - | - | 4 |
| 5.3 | Электрофизические процессы в жидких диэлектриках. Пробой в жидкости и влияющие параметры. Механизмы разряда в жидкости. Разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика. Повышение пробивного напряжения жидких диэлектриков в электроустановках. | - | - | - | 6 |
| 5.4 | Электрофизические процессы в твердых диэлектриках. Стадии и механизмы пробоя твердых диэлектриков. Тепловой пробой. Развитие пробоя во времени. Электрический пробой. Электрохимический пробой. | - | - | - | 6 |
| 5.5 | Влияние строения твердых диэлектриков и внешних условий на электрическую прочность. Профилактическое испытание изоляции повышенным напряжением. | - | - | - | 6 |
| 6. Механические и физико-химические свойства диэлектриков | | | | | |
| 6.1 | Механические свойства. Влажностные свойства. Тепловые свойства. Химические свойства диэлектриков. | - | - | - | 4 |
| 6.2 | Старение диэлектриков. Старение под действием ионизационных процессов. Старение под действием тепловых процессов, протекающих в порах изоляции, заполненной влагой. Частичные разряды. Влияние увлажнения и загрязнения поверхности | 2 | 2 | - | 4 |

| | | | | |
|---|----|---|---|----|
| изоляции. Старение под действием электролитических процессов. | | | | |
| ВСЕГО | 10 | 8 | - | 72 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического (семинарского) занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|------------|--|--|------------|----------------|
| семестр №9 | | | | |
| 1 | Поляризация диэлектриков | Определение поверхностной плотности заряда на пластинах конденсатора и на диэлектрике. Определение поляризованности диэлектрика. Определение диэлектрической проницаемости термокомпенсированного композиционного материала. | 2 | 2 |
| 2 | Электропроводность диэлектриков | Определение тока утечки, мощности потерь и удельных диэлектрических потерь. Расчет удельного сопротивления диэлектрика по времени саморазряда изоляции. Определение сопротивления изоляции при изменении температуры. | 2 | 2 |
| 3 | Пробой диэлектриков | Зависимость напряжения пробоя диэлектрика от температуры и атмосферного давления. Пробой газа в неоднородном поле. | 2 | 2 |
| 4 | Механические и физико-химические свойства диэлектриков | Факторы, влияющие на темпы старения изоляции. Определение срока службы изоляции. | 2 | 2 |
| ВСЕГО: | | | 8 | 8 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---|--|
| 1 | Предмет и задачи курса. Общие понятия и определения | 1. Понятие изоляционный материал, изолятор, диэлектрический материал, электрическая изоляция. 2. Классификация диэлектриков. 3. Полярные и неполярные диэлектрики. 4. Назначение электроизоляционных и диэлектрических материалов, возможности их применения. |
| 2 | Поляризация диэлектриков | 5. Какими параметрами характеризуется поляризация диэлектриков. 6. Виды поляризации и их особенности. 7. Зависимость диэлектрической проницаемости различных материалов от температуры и частоты. 8. Уравнения диэлектрической поляризации. |
| 3 | Электропроводность диэлектриков | 9. Чем вызван сквозной ток утечки через диэлектрик, и какой характер он носит. 10. Токи абсорбции и токи смещения, коэффициент абсорбции. |

| | | |
|---|--|---|
| | | 11. Как измеряют сопротивление изоляции. Объемное и поверхностное удельные сопротивления изоляции. 12. Напряжение саморазряда изоляции и постоянная времени саморазряда. Самостоятельная и несамостоятельная проводимость газа. 13. Нормы изоляции. |
| 4 | Диэлектрические потери | 14. Виды потерь в электроизоляционных материалах. 15. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от температуры и частоты для различных диэлектриков. 16. Схемы замещения диэлектрика с потерями. |
| 5 | Пробой диэлектриков | 17. Понятия пробивного напряжения и электрической прочности диэлектрика. 18. Механизмы пробоя диэлектрика. 19. Ударная ионизация. Что такое стример. 20. Зависимость электрической прочности воздуха от температуры и давления. 21. Зависимость электрической прочности воздуха от расстояния между электродами. 22. Отличие пробоя в однородном и неоднородном электрическом поле. 23. Влияние полярности электродов в неоднородном поле на величину пробивного напряжения. 24. Вольтсекундная характеристика газового промежутка. 25. Механизм электротеплового пробоя. |
| 6 | Механические и физико-химические свойства диэлектриков | 26. Механические свойства, влажностные свойства, тепловые свойства и химические свойства диэлектриков. 27. Электрическое старение изоляции. 28. Влияние частичных разрядов на старение изоляции. 29. Тепловое и механическое старение изоляции. 30. Влияние увлажнения изоляции на её свойства. |

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

5.3. Перечень расчетно-графических заданий.

Выполнение РГЗ направлено на систематизацию, расширение и закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков студентов при самостоятельном выборе решений в соответствии с заданием. В процессе выполнения РГЗ у студентов должно сложиться четкое представление об основных свойствах и характеристиках изоляционных материалов в применяемых электротехнических конструкциях и физических процессах, происходящих в них при воздействии сильного электромагнитного поля.

РГЗ оформляется на листах формата А4 объемом до 10 страниц и включать в себя:

- титульный лист;
- лист задания;
- условие и развернутое (с пояснениями) решение задания № 1 с необходимыми расчетными схемами;
- условие и развернутое (с пояснениями) решение задания № 2 с необходимыми расчетными схемами.

РГЗ состоит из 2-х типовых задач.

1-я задача. Листовой изоляционный материал «миканит» состоит из ***V*** слоев бакелитового лака толщиной по ***N*** мкм, служащих диэлектрической связкой, и ***C*** слоев, содержащих частицы слюды толщиной по ***M*** мкм. Электрические свойства этих материалов указаны в приложении 1. Определить пробивное напряжение

листа миканита, полагая, что для слюды $E_{пр1}=75$ МВ/м, для лака $E_{пр2}= 50$ МВ/м:

- в постоянном электрическом поле;
- в переменном электрическом поле частотой 50 Гц.

При расчете полагать, что параметры миканита не зависят от частоты.

2-я задача. Высокочастотный коаксиальный кабель длиной \underline{L} см. расположен на поверхности металлического корпуса блока (рис.1), где цифрами обозначено: 1 — внутренний медный проводник диаметром \underline{D}_1 мм; 2 — внутренняя изоляция из полиэтилена ($\epsilon_2 = 2,3$; $\rho_2=10^{14}$ Ом·м); 3 — медная сетчатая оплетка с внутренним диаметром \underline{D}_2 мм и толщиной $\underline{\delta}$ мм; 4 — наружный изолирующий слой толщиной \underline{h} мм, изготовленный из поливинилхлоридного пластиката ($\epsilon_4=6$; $\rho_4=10^{11}$ Ом·м).

Рассчитать емкость и сопротивление изоляции:

- между внутренним проводником и оплеткой, если кабель разомкнут на концах;
- между оплеткой кабеля и корпусом блока, считая, что поверхность кабеля соприкасается с корпусом 5 на участке размером \underline{B} мм.

Пример заданий по РГЗ:

Задача №1. Листовой изоляционный материал «миканит» состоит из девяти слоев бакелитового лака толщиной по 5 мкм, служащих диэлектрической связкой, и десяти слоев, содержащих частицы слюды толщиной по 25 мкм. Электрические свойства этих материалов указаны в приложении 4. Определить пробивное напряжение листа миканита, полагая, что для слюды $E_{пр1} = 75$ МВ/м, для лака $E_{пр2} = 50$ МВ/м: а) в постоянном электрическом поле; б) в переменном электрическом поле частотой 50 Гц. При расчете полагать, что параметры миканита не зависят от частоты.

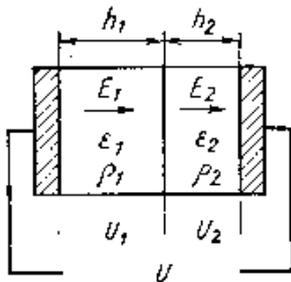


Рис.3

Задача №2. Высокочастотный коаксиальный кабель длиной $l = 10$ см расположен на поверхности металлического корпуса блока (рис. 1), где цифрами обозначено: 1 — внутренний медный проводник диаметром $D_1 = 0,7$ мм; 2 — внутренняя изоляция из полиэтилена ($\epsilon_2 = 2,3$; $\rho_2=10^{14}$ Ом·м); 3 — медная сетчатая оплетка с внутренним диаметром $D_2 = 5,7$ мм и толщиной $\delta = 0,3$ мм; 4 — наружный изолирующий слой толщиной $h = 1$ мм, изготовленный из поливинилхлоридного пластиката ($\epsilon_4 = 6$; $\rho_4 = 10^{11}$ Ом·м). Рассчитать емкость и сопротивление изоляции: а) между внутренним проводником и оплеткой, если

кабель разомкнут на концах; б) между оплеткой кабеля и корпусом блока, считая, что поверхность кабеля соприкасается с корпусом 5 на участке размером $\alpha = 1$ мм.

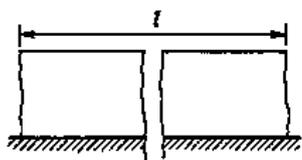


Рис. 1

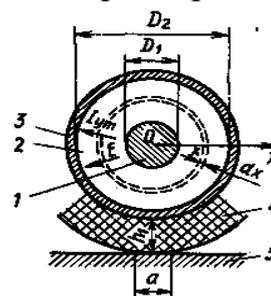
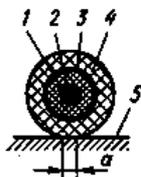


Рис. 2

5.4. Перечень контрольных работ.

Контрольная работа учебным планом не предусмотрена.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Коробейников С.М. Электрофизические процессы в газообразных, жидких и твердых диэлектриках [Электронный ресурс]: учебн. пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 116с. – Режим доступа - ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/45208.html>.

2. Харченко А.Ф. Техника высоких напряжений. Изоляция устройств электроснабжения железных дорог [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ “учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте”, 2013. - 190с. - Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/26838.html> - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Титков В.В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Титков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун – та, 2011. – 185с. - Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/43983.html>- ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6.2. Перечень дополнительной литературы

4. Серебряков А.С. Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы [Электронный ресурс]: учебн. пособие. – М.: Маршрут, 2005. – 280с. - Режим доступа - ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/16281.html>.

5. Диденко И.С. Физика диэлектриков [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / И.С. Диденко, К.В. Закутайлов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2011. — 72 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56181.html>

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.energoboard.ru/articles/1208-vibratsiya-i-plyaska-provodov-na-vozdushnih-liniyah-elektroperedachi.html> Вибрация и пляска проводов на воздушных линиях электропередачи.

2. <http://sermir.narod.ru/tryd/Posob/Index.htm> Коробейников С.М. Учебное

воздушных линиях электропередачи.

2. <http://sermir.narod.ru/tryd/Posob/Index.htm> Коробейников С.М. Учебное пособие по диэлектрическим материалам. НГТУ.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории оснащенной презентационной техникой (проектор, интерактивная доска).

На практических занятиях изучаются приборы для испытания трансформаторного масла на электрический пробой АИМ -70 и АИМ – 90, прибор для определения температуры вспышки паров жидких диэлектриков ТВ-1. Измерение сопротивления изоляции выполняется мегаомметром М1101М.

Ионизационные процессы в газах изучаются с помощью бытового ионизатора “Ароион-25”, ионизатора-электрофилтра “Сreen Nara 10” модель: СР-10В и счетчик аэроионов МАС-01. Для измерения напряженности электрического поля используется широкополосный измеритель электрического поля “С.А. 43 (Chauvin frnoux)”.

После завершения теоретического курса проводится экскурсия в ПАО “МРСК Центра”-“Белгородэнерго” с посещением испытательной лаборатории электроизоляционных материалов с целью практического знакомства с высоковольтным оборудованием, способами очистки и определением показателей качества трансформаторного масла, а также методами испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

Для выполнения расчетно-графического задания студенты используют программное обеспечение:

- Solidworks 2012 - № дог. L101212-83М
- Microsoft Office 2013- № дог. 31401445414
- Microsoft Windows 7 - № дог. 63-14к
- MathcadPrime 4.0 Express (свободно распространяемое ПО в соответствии с условиями лицензионного соглашения).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «11» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Директор института _____

подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~17~~/20¹⁸ учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 20~~17~~ г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Директор института _____

подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 20¹⁸/20¹⁹ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» 05 20¹⁸ г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

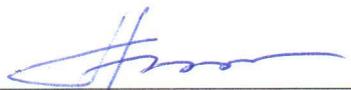
Директор института _____

подпись, ФИО

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июне 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО

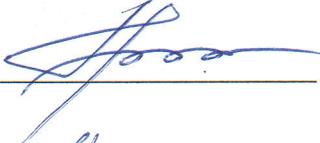


А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЕ

При чтении лекций рекомендуется использовать оверхед-проектор “Орион 2000S2”. Наличие комплекта прозрачной пленки (формат листа –А4) и набора фломастеров позволяют преподавателю создавать авторский методический материал и повысить эффективность учебных занятий за счет более наглядного и цельного представления информации, что позволяет студентам лучше понять и усвоить лекционный материал.

Отсутствие специализируемой лаборатории по испытаниям средств защиты используемых в электроустановках, а также пробой жидких диэлектриков, не позволяют по технике безопасности проводить испытания материалов в лабораториях университета. В связи с этим, рекомендуется после завершения теоретического курса провести экскурсию в ПАО “МРСК Центра”- “Белгородэнерго” с посещением испытательной лаборатории электроизоляционных материалов с целью практического знакомства с высоковольтным оборудованием, способами очистки и определением показателей качества трансформаторного масла, а также методами испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

Методические указания студентам по самостоятельному изучению дисциплины “Электрофизические процессы в диэлектриках”.

Перед началом лекционных занятий студент должен самостоятельно ознакомиться с изучаемой темой, используя учебник или учебные пособия, включая рекомендованные электронные ресурсы. Во время лекции студент должен внимательно слушать преподавателя и конспектировать лекционный материал. В конце занятия, при необходимости, задать вопросы по изучаемой теме. После лекции студент самостоятельно должен изучить конспект лекции с целью полного усвоения изучаемой темы.

Перед проведением практических занятий студенты должны самостоятельно изучить соответствующую тему, используя конспект лекций и рекомендованную учебно-методическую литературу. На практических занятиях студенты должны хорошо знать теоретический материал по изучаемой теме. Рекомендуется на 1 час практических занятий 1 часа самостоятельной работы. Контроль знаний, полученных на практических занятиях, оценивается по выполнению студентами текущих заданий на занятиях и РГЗ в конце семестра.

Распределение часов на самостоятельную работу по разделам курса распределяется следующим образом:

- 1. Предмет и задачи курса. Общие понятия и определения – 4 часа.
- 2. Поляризация диэлектриков – 6 часов.
- 3. Электропроводность диэлектриков – 18 часов.
- 4. Диэлектрические потери – 24 часа.
- 5. Пробой диэлектриков – 36 часов.
- 6. Механические и физико-химические свойства диэлектриков – 8 часов.

При изучении темы 1 у студентов должно сложиться представление о том, какие материалы относят к диэлектрикам. Уметь различать такие понятия как: изоляционный материал, изолятор, диэлектрический материал, электрическая

изоляция. Классифицировать диэлектрики по агрегатному состоянию и электрофизическим свойствам. Иметь представление об электроизоляционных и диэлектрических материалах и знать области их применения. Иметь представление о зонной теории строения твердого тела. Знать общие принципы квантовой теории. Уметь объяснить образование энергетических зон в твердых телах. Знать выводы зонной теории твердого тела.

Тема 2 является основополагающей при изучении курса. От того, на сколько успешно студенты усвоят материал этого раздела, зависит изучение последующих разделов и формирование целостного представления об изучаемой дисциплине. Особое внимание при изучении раздела необходимо уделить физической сущности поляризации диэлектриков, понятию диэлектрической проницаемости, уравнению диэлектрической поляризации Клаузиуса – Мосотти, видам поляризации, зависимости диэлектрической проницаемости газообразных, жидких и твердых диэлектриков от температуры и частоты приложенного напряжения.

Изучая тему 3 студенты знакомятся с особенностями электропроводности диэлектриков, с видами токов протекающих в диэлектрике и зависимости электропроводности диэлектриков от различных факторов. Изучение зависимости электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков от напряженности внешнего электрического поля позволяет студентам проводить сравнительный анализ свойств диэлектрических материалов по их агрегатному состоянию.

В теме 4 студенты изучают диэлектрические потери, возникающие в диэлектриках под действием приложенного электрического поля. Особое внимание при изучении раздела необходимо уделить понятию тангенса угла диэлектрических потерь, видам диэлектрических потерь (обусловленных электропроводностью, вызванных релаксационными видами поляризации, ионным потерям). Необходимо знать, как изменяются диэлектрические потери газообразных, жидких и твердых диэлектриков от температуры и частоты приложенного напряжения.

Тема 5 имеет важное значение для формирования профессиональных знаний будущих бакалавров – энергетиков. Студенты должны хорошо знать:

- виды пробоя диэлектриков (электрический, электротепловой, электрохимический);
- физические процессы, протекающие при пробое газа;
- как образуется газоразрядный плазменный канал;
- пробой газов в однородном и неоднородном электрическом поле;
- зависимость электрической прочности от давления газа, частоты приложенного напряжения и природы газообразных диэлектриков;
- пробой двухслойных диэлектриков;
- пробой жидких диэлектриков;
- влияние природы жидких диэлектриков и природы примеси на электрическую прочность;
- влияние температуры, частоты напряжения и расстояния между электродами, а также их формы на электрическую прочность;
- мероприятия по повышению пробивного напряжения жидких диэлектриков в электроустановках;

- пробой твердых диэлектриков;
- старение твердых диэлектриков под действием внешних факторов;
- влияние природы и строения твердых диэлектриков и внешних условий на электрическую прочность.

Теоретические вопросы данного раздела закрепляются решением задач на практических занятиях, что повышает уровень освоения изучаемого материала.

Тема 6 дает общие представления о механических и физико-химических свойствах диэлектриков. Изучая этот раздел, студенты знакомятся с понятиями характеризующими механические и физико-химические свойства диэлектриков: прочность и эластичность, гигроскопичность материала и влагопроницаемость, нагревостойкость и холодостойкость, теплопроводность и тепловое расширение, радиационная стойкость, светостойкость, тропикостойкость. Особое внимание необходимо уделить вопросам, связанным с рассмотрением процессов старения диэлектриков под действием ионизационных и тепловых процессов, протекающих в порах изоляции. Влияние увлажнения и загрязнения поверхности изоляции на эксплуатационные характеристики.