

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 03.07.2023 10:05:47
Уникальный программный ключ:
790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный аграрный заочный университет»

Кафедра Электрооборудования и электротехнических систем

Принято Ученым Советом
ФГБОУ ВО РГАЗУ
«21» сентября 2022 г. Протокол №2

«УТВЕРЖДЕНО»
Проректор по образовательной
деятельности и молодежной
политике М.А. Реньш
«21» сентября 2022 г.



Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль Электроснабжение сельских территорий
Квалификация
Форма обучения очная

Балашиха 2022 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного

приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144.

Рабочая программа дисциплины разработана старшим преподавателем кафедры Электрооборудования и электротехнических систем Пермяковым Г.А. под руководством доцента кафедры Электрооборудования и электротехнических систем Закабунина А.В.

Рецензент: д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО РГАЗУ Литвин В.И.

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций

1.1 Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---|--|
| Общепрофессиональная компетенция | |
| ОПК - 5 | ИД -1 опк-5 |

1.2 Перечень планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

| Индикаторы достижения компетенций | Планируемые результаты обучения |
|--|--|
| Универсальная или Общепрофессиональная или профессиональная компетенция ОПК- 5 | |
| ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности | Знать (З): строение и свойства материалов; современные способы получения материалов; методы формообразования и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности; влияние условий технологических процессов изготовления и эксплуатации на структуру и свойства современных металлических и неметаллических материалов; закономерности резания конструкционных материалов, способы и режимы обработки, металлорежущие станки и инструменты; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий. |
| | Уметь (У): оценивать и прогнозировать состояние материалов под воздействием на них эксплуатационных факторов; обоснованно и правильно выбирать материал, способ получения заготовок; назначать обработку в целях получения структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность изделий, исходя из заданных эксплуатационных свойств; |
| | Владеть (В): навыками выбора рациональных способов и режимов обработки деталей, оборудование, инструменты; применения средства контроля технологических процессов |

2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО. Часть. формируемая участниками образовательных отношений Б1.В.01.01

Цель - является формирование знаний о механических, тепловых, электрических и магнитных явлениях в материалах электроустановок; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются.

Задача - получение студентами представления о физических явлениях, определяющих свойства и особенности диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов.

3. Объем учебной дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы | 5 семестр |
|--|------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц | 3 з.е. |
| часов | 108 |
| Аудиторная (контактная) работа, часов | 32 |
| в т.ч. занятия лекционного типа | 16 |
| занятия семинарского типа | 16 |
| Самостоятельная работа обучающихся, часов | 72 |
| в т.ч. курсовая работа | - |
| Контроль | 4 |
| Вид промежуточной аттестации | зачёт |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| Наименование разделов и тем | Трудоемкость, часов | | | Наименование оценочного средства | Код ИДК |
|---|---------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|---------|
| | всего | в том числе | | | |
| | | аудиторной (контактной) работы | самостоятельной работы | | |
| Раздел 1. Электротехнические материалы на основе металлов | 14 | 4 | 10 | Контрольные вопросы | ИД-1 |
| 1.1. Назначение, классификация, области применения и требования к электротехническим материалам | 5 | 1 | 4 | | |
| 1.2. Кристаллическое строение металлов и их дефекты | 4 | 1 | 3 | | |
| 1.3. Механические свойства электротехнических материалов и основные методы их определения | 5 | 2 | 3 | | |
| Раздел 2. Проводниковые материалы | 18 | 6 | 12 | Контрольные вопросы | ИД-1 |

| | | | | | |
|---|------------|-----------|-----------|---------------------|------|
| 2.1. Классификация проводниковых материалов | 6 | 1 | 5 | | |
| 2.2. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов | 6 | 2 | 4 | | |
| 2.3. Контактные явления в проводниках | 6 | 1 | 5 | | |
| Раздел 3. Полупроводниковые материалы | 12 | 4 | 8 | | |
| 3.1 Основные физические явления и свойства кремния, германия и карбида кремния | 6 | 2 | 4 | | |
| 3.2 Области применения полупроводниковых материалов | 6 | 2 | 4 | | |
| Раздел 4. Электроизоляционные материалы | 50 | 14 | 36 | | |
| 4.1 Механизмы поляризации и классификация диэлектриков по механизмам. | 10 | 4 | 6 | | |
| 4.2 Влияние агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость | 8 | 2 | 6 | | |
| 4.3 Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества | 10 | 4 | 6 | Контрольные вопросы | ИД-1 |
| 4.4 Эквивалентные схемы диэлектриков и виды диэлектрических потерь | 8 | 2 | 6 | | |
| 4.5 Пробой газов. Пробой жидких и твердых диэлектриков | 6 | 1 | 5 | | |
| 4.6 Электрохимический и поверхностный пробой материалов | 8 | 1 | 7 | | |
| Раздел 5. Магнитные материалы | 10 | 4 | 6 | | |
| 5.1 Классификация веществ по магнитным свойствам. и природа ферромагнитного состояния материалов | 4 | 1 | 3 | | |
| 5.2 Процессы перемагничивания ферромагнетиков | 4 | 2 | 2 | | |
| 5.3 Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков | 2 | 1 | 1 | | |
| Контроль | 4 | - | - | 4 | |
| Итого за семестр | 108 | 32 | 72 | 4 | |
| ИТОГО по дисциплине | 108 | 32 | 72 | 4 | |

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|-------|--|---|---|
| 1 | Задача (практическое задание, лабораторная работа) | Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий. | Комплект задач и заданий |
| 2 | Тест | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | Фонд тестовых заданий |

4.2 Содержание дисциплины по разделам и темам

Раздел 1. Электротехнические материалы на основе металлов

Цели – приобретение теоретических и практических навыков

Задачи –

Перечень учебных элементов раздела:

- 1.1. Назначение, классификация, области применения и требования к электротехническим материалам
- 1.2. Кристаллическое строение металлов и их дефекты
- 1.3. Механические свойства электротехнических материалов и основные методы их определения

Раздел 2. Проводниковые материалы

Цели – приобретение теоретических и практических навыков

Задачи –

Перечень учебных элементов раздела:

- 2.1. Классификация проводниковых материалов
- 2.2. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов
- 2.3. Контактные явления в проводниках

Раздел 3. Полупроводниковые материалы

Цели – приобретение теоретических и практических навыков

Задачи –

Перечень учебных элементов раздела:

- 3.1 Основные физические явления и свойства кремния, германия и карбида кремния
- 3.2 Области применения полупроводниковых материалов

Раздел 4. Электроизоляционные материалы

Цели – приобретение теоретических и практических навыков

Задачи –

Перечень учебных элементов раздела:

- 4.1 Механизмы поляризации и классификация диэлектриков по механизмам

- 4.2 Влияние агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость
- 4.3 Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества
- 4.4 Эквивалентные схемы диэлектриков и виды диэлектрических потерь
- 4.5 Пробой газов. Пробой жидких и твердых диэлектриков
- 4.6 Электрохимический и поверхностный пробой материалов

Раздел 5. Магнитные материалы

Цели – приобретение теоретических и практических навыков

Задачи –

Перечень учебных элементов раздела:

- 5.1 Классификация веществ по магнитным свойствам. и природа ферромагнитного состояния материалов
- 5.2 Процессы перемагничивания ферромагнетиков
- 5.3 Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков

5. Оценочные материалы по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц |
|-------|--|
| 1. | Привалов Е.Е., Гальвас А.В., Тимошенко Л.И., Аникуев С.В. Электротехнические материалы: учебное пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2011. – 192с |
| 2. | Привалов Е.Е. Электроматериаловедение: учебное пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2012. – 196с. |
| 3. | Привалов Е.Е. Электроматериаловедение. Лабораторный практикум: Тесты: методическое пособие. Ставрополь: АГРУС, 2012.- 81с. |

6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц | Количество экземпляров в библиотеке |
|-------|--|-------------------------------------|
| 1. | Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник.- СПб.: Изд-во «Лань», 2003. – 308с. | 10 |
| 2. | Электротехнические и конструкционные материалы / В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, В.М. Матюнин и др. Под ред. В.А. Филикова. – М.: Высшая школа, 2000. – 280с. | 8 |

| | | |
|----|--|---|
| 3. | Справочник по электротехническим материалам / Ю.В. Корицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – М.: Энергоатомиздат Т.1, 1986. – 308с. Т.2 , 1987. – 296. | 5 |
|----|--|---|

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

| № п/п | Автор, название, место издания, год издания, количество страниц | Ссылка на учебное издание в ЭБС |
|-------|---|---------------------------------|
| 1. | 1. Сайты по дисциплине «Электротехническое материаловедение». Действующие ссылки на ресурсы: http://window.edu.ru/ http://sermir.narod.ru/map.htm http://forca.ru/ http://elsit.ru/ http://www.byminsk.com/ http://www.anytech.narod.ru/ http://rza.org.ua/ http://uas.su/index.php | |

6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов

| № п/п | Электронный образовательный ресурс | Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ) |
|-------|------------------------------------|---|
| | | |
| | | |

6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение

Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, цифровые электронные библиотеки и другие электронные образовательные ресурсы

1. Договор о подключении к Национальной электронной библиотеке и предоставлении доступа к объектам Национальной электронной библиотеки №101/НЭБ/0502-п от 26.02.2020 5 лет с пролонгацией

2. Договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям издательства «Лань» №527/21 от 11.05.2021

3. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 27.04.2016 бессрочно

4. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 02.03.2020 бессрочно

5. Информационно-справочная система «Гарант» – URL: <https://www.garant.ru/> Информационно-справочная система Лицензионный договор № 261709/ОП-2 от 25.06.2021

6. «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/> свободный доступ

7. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014).

Доступ к электронной информационно-образовательной среде, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Система дистанционного обучения Moodle www.portfolio.rgazu.ru (свободно распространяемое)

2. Право использования программ для ЭВМ Mirapolis HCM в составе функциональных блоков и модулей: Виртуальная комната. Стандартная лицензия до 1000 пользователей на 1 месяц (Лицензионный договор № 77/03/22 – К от 25 апреля 2022)

3. Инновационная система тестирования – программное обеспечение на платформе 1С (Договор № К/06/03 от 13.06.2017)

4. Образовательный интернет – портал Российского государственного аграрного заочного университета (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-51402 от 19.10.2012).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. OpenOffice – свободный пакет офисных приложений (свободно распространяемое)

2. linuxmint.com <https://linuxmint.com/> (свободно распространяемое)

3. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014)

4. Официальная страница ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет» <https://vk.com/rgazuru> (свободно распространяемое)

5. Портал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (свободно распространяемое) <https://zen.yandex.ru/id/5fd0b44cc8ed19418871dc31>

6. Антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite (Сублицензионный договор №13740 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ от 01.07.2021).

6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения

| Предназначение помещения (аудитории) | Наименование корпуса, № помещения (аудитории) | Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения* |
|--|--|---|
| Учебная аудитория для проведения лекционных занятий | Учебно-лабораторный корпус. Каб. 401 № ТИ 403 | Специализированная мебель, доска меловая, персональный компьютер в сборке с выходом в интернет, проектор экран настенный рулонный. |
| Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), для проведения групповых консультаций и индивидуальной работы обучавшихся с педагогическими работниками, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации | Учебно-лабораторный корпус. Каб. 416. № ТИ 413 | Специализированная мебель, доска меловая. Лабораторный стенд «Электротехнические материалы», Лабораторный стенд «Электробезопасность в системах электроснабжения», Прибор для испытания масла (пробивное напряжение); Лабораторный стенд «Изучение магнитного пускателя», Наглядное пособие «Техника изготовления печатных плат», Наглядное пособие «Полупроводниковые элементы», Наглядное пособие «Образцы элементов электронной техники», Наглядное пособие «Пассивные элементы электроника» |
| Помещение для самостоятельной работы | Учебно-лабораторный корпус. Каб. 320. № ТИ 313 | Специализированная мебель, персональные компьютеры в сборке с выходом в интернет |

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный аграрный заочный университет»**

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и
промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль Электроснабжение сельских территорий
Квалификация
Форма обучения очная

Балашиха 2022 г.

1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

| Индикаторы достижения компетенций | Уровень освоения | Планируемые результаты обучения | Наименование оценочного средства |
|---|--|--|----------------------------------|
| <p style="text-align: center;">ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</p> | <p>Пороговый (удовлетворительно)</p> | <p>Знает: Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок Умеет: Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме Владеет: Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</p> | зачет |
| | <p>Продвинутый (хорошо)</p> | <p>Знает твердо: Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок Умеет уверенно: Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. Владеет уверенно: Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</p> | зачет |
| | <p>Высокий (отлично)</p> | <p>Имеет сформировавшееся систематические знания: Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок Имеет сформировавшееся систематическое умение: Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном</p> | зачет |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | объеме Показал сформировавшееся систематическое владение: Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов | |
|--|--|--|--|

2. Описание шкал оценивания

2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

| Форма текущего контроля | Отсутствие усвоения (ниже порогового)* | Пороговый (удовлетворительно) | Продвинутый (хорошо) | Высокий (отлично) |
|-------------------------------|---|--|--|-------------------------------|
| Практическое задание (задача) | не выполнена или все задания решены неправильно | Решено более 50% задания, но менее 70% | Решено более 70% задания, но есть ошибки | все задания решены без ошибок |
| тестирование | не выполнена или все задания решены неправильно | Решено более 50% задания, но менее 70% | Решено более 70% задания, но есть ошибки | все задания решены без ошибок |

2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет)

| Форма промежуточной аттестации | Отсутствие усвоения (ниже порогового) | Пороговый (удовлетворительно) | Продвинутый (хорошо) | Высокий (отлично) |
|--|---|--|---|--|
| Выполнение итоговых тестов (не менее 15 вопросов на вариант) | Менее 51% | 51-79% | 80-90% | 91% и более |
| Зачет | не показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал, не овладел методикой исследования | показал умение собирать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал для иллюстраций теоретических положений, недостаточно овладел методикой исследования | показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений | показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, аргументировал предложения |

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

1) Задача (практическое задание):

1.1 Практические занятия:

Для материала МЕДЬ с температурой $T_{\text{кон.}} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, шагом измерения $\Delta T = 2 \text{ }^\circ\text{C}$, определить удельное сопротивление ρ для температуры $T_{\text{расч.}} = 46 \text{ }^\circ\text{C}$, рассчитать температурный коэффициент удельного сопротивления α_ρ , определить среднюю длину свободного пробега электронов L , определить среднюю кинетическую энергию электронов W_k .

Определить удельное сопротивление ρ , можно использовать формулу:

$$\rho = RL/S$$

Рассчитать температурный коэффициент удельного сопротивления α_ρ , можно использовать формулу:

$$\alpha_\rho = \rho_2 - \rho_1 / \rho_2 (T_2 - T_1)$$

Определить среднюю длину свободного пробега электронов L , необходимо использовать выражения:

$$\sigma = 2\{\pi/3\}^{1/3} q^2 n^{2/3} / h(L),$$

где $n = d/A \cdot N_A \text{ [м}^{-3}\text{]}$.

Определить среднюю кинетическую энергию электронов W_k , используя выражение:

$$W_k = h^2 / 40 \sigma m \{3n/\pi\}^{3/2},$$

где $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ [Дж}\cdot\text{с]}$ – постоянная Планка.

1.2 Лабораторные занятия:

Порядок выполнения работы.

1. Убедитесь в том, что темновые токи, то есть токи при отсутствии освещения фоторезистора, очень малы и ими можно пренебречь. Для этого выключите источник света, установите фоторезистор в произвольном месте на скамье и измерьте токи в цепи фоторезистора при разных напряжениях на фоторезисторе. Вы убедитесь, что они трудно измеримы и потому в дальнейшем мы их не будем учитывать.

2. Выберите значения световых потоков (расстояния), для которых будут изучаться зависимости $\sigma_{\phi}(U)$.
3. Установите фоторезистор на первом из выбранных расстояний r от источника света.
4. Включите источник света
5. Произведите измерения фототоков при нескольких напряжениях на фоторезисторе. Запишите измеренные значения фототоков и напряжений в таблицу измерений.
6. Выполните измерения по пункту 5 для всех выбранных расстояний.
7. Постройте графики зависимости $i_{\phi}(U)$ для каждого значения светового потока. Все графики можно строить на одной координатной сетке.
8. Проанализируйте результаты и выясните, как зависит фотопроводимость фоторезистора от приложенного напряжения.

2) Тестирование

Электротехнические материалы на основе металлов.

1. Назначение, классификация, области применения и требования к электротехническим материалам.
2. Кристаллическое строение металлов и их дефекты.
3. Механические свойства электротехнических материалов и основные методы их определения

Полупроводниковые материалы.

1. Основные физические явления и свойства кремния, германия и карбида кремния.
2. Области применения полупроводниковых материалов

Электроизоляционные материалы.

1. Механизмы поляризации и классификация диэлектриков по механизмам.
2. Влияние агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость.
3. Эквивалентные схемы диэлектриков.
4. Виды диэлектрических потерь.
5. Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества.
6. Пробой газов.
7. Пробой жидких и твердых диэлектриков.
8. Электрохимический и поверхностный пробой материалов