

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кудрявцев Михаил Владимирович

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата: «28» марта 2024 г.

Уникальный программный ключ:

790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»

(Университет Вернадского)

Кафедра Электрооборудования и электротехнических систем

Принято Ученым советом
Университета Вернадского
«28» марта 2024 г. протокол № 9



Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроснабжение сельских территорий

Квалификация

Форма обучения очная

Балашиха 2024 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 опреде-	5	2	3		

ления					
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	Контрольные вопросы	ИД-1
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		
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	Контрольные вопросы	ИД-1
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	-	-		
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 массовых 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*
Для занятий лекционного типа	Лекционная аудитория. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 501 аудитория	Проектор SANYO PLC-XW250 Экран настенный SimSCREEN
Для занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповых консультаций, индивидуальной работы, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Лаборатория. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 416 лаборатория	Лабораторный стенд «Передача электрической энергии в распределительных сетях» Модель №121113 (2 шт.), Осциллограф Н 30-17 (4 шт.), Осциллограф С-А-93 (2 шт.)
Для самостоятельной работы	Лекционная аудитория. Инженерный корпус (Учебный лабораторный корпус) 320 аудитория	Персональный компьютер На базе процессора Intel Pentium G620

МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»
(Университет Вернадского)

**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 2024 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 объеме Показал сформировавшее-</p>	зачет

		ся 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