

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б.1.2.2 Электротехнические материалы**

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

35.03.06 Агроинженерия

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Электроснабжение, электрооборудование и  
электротехнологии

Курс 2  
Семестр 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	90	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	4	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.03.06 Агроинженерия

Программу составили:

старший преподаватель	ЭП	СОГЛАСОВАНО	В.Н. Свечников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

(наименование кафедры)		
24.01.2024	протокол №	5
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Чуприна Е.Р. , директор ООО "ЙОЭсК"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Сопосбен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетическог о и электротехниче ского оборудования, машин и установок в сельскохозяйст венном производстве	ПК-1.1 Участвует в монтаже и наладке энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	<b>знания:</b> монтажа и наладки энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве <b>умения:</b> использовать энергетические и электротехнические оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве <b>навыки:</b> монтажа и наладки энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве
	ПК-1.2 Участвует в эксплуатации электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	<b>знания:</b> эксплуатации электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве <b>умения:</b> использовать электротехнические оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве <b>навыки:</b> владеть электротехническими оборудованиями, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Электрические машины (ПК-1), Монтаж и эксплуатация электрооборудования и средств автоматики (ПК-1), Обслуживание электрооборудования (ПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: информационные, классическая лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Электротехнические материалы</b>	<b>144</b>	ПК-1
Лекция. Проводниковые материалы	4	
Лекция. Диэлектрики	4	
Лекция. Полупроводниковые материалы	4	
Лекция. Магнитные материалы	4	
Лекция. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами	2	
Практическое занятие. Классификация и основные свойства электротехнических материалов	6	
Практическое занятие. Расчет диэлектрических характеристик неоднородных диэлектриков	6	
Практическое занятие. Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь	6	
Практическое занятие. Исследование характеристик и параметров полупроводников	6	
Практическое занятие. Исследование магнитных контактов электроэнергетического оборудования	6	
Практическое занятие. Расчет электрического сопротивления проводника неэлектрическим способом	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Изучение учебной литературы, ответы на вопросы самоконтроля. Подготовка к устному опросу.	90	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным

системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение контрольной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Богородицкий, Н. П. Электротехнические материалы [Текст] : Учебник для студ.электротехнических и энергетических спец.вузов / Н.П.Богородицкий, В.В.Пасынков, Б.М.Тареев. 7-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Энергоатомиздат, 1985. - 303 с. Экземпляры: всего 26.	26
2.	Тимофеев, Игорь Александрович. Электротехнические материалы и изделия [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по специальностям направлений подготовки "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" и "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования"] / И. А. Тимофеев. Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 267 с. ISBN 978-5-8114-1304-1. Экземпляры: всего 59.	59
3.	Электротехнические и конструкционные материалы [Текст] : учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / [В. Н. Бородулин [ и др.] ; под общей редакцией В. А. Филикова. 3-е изд., испр. Москва: Академия, 2007. - 275 с. ISBN 5-7695-3810-0.	16
4.	Электротехнический справочник [Текст] : в 4 томах / под общ. ред. В. Г. Герасимова [и др.]. 2 : Электротехнические изделия и устройства, 2007. - 517 с. ISBN 978-5-383-00083-0. Экземпляры: всего 10.	10
5.	Электротехническое материаловедение [Текст] : лабораторный практикум / [С. Я. Алибеков и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 82 с. ISBN 978-5-8158-1825-5. Экземпляры: всего 61.	61 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Alibekov_elektrotexnic_heskoe_materialovedenie_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Alibekov_elektrotexnic_heskoe_materialovedenie_2017.pdf</a>
6.	Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение [Текст] / Дудкин А. Н., Ким В. С. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 200 с. с. ISBN 978-5-8114-5296-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/139259">https://e.lanbook.com/book/139259</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	216 (II)	Доска аудиторная (1), Доска аудиторная 1500*1000 (1), Комплект кодотранспарантов по курсу "Автоматизированный электропривод" 60 шт. (1), Комплект кодотранспарантов по курсу "Теоретич-ие основы электротехники" 100 шт. (1), Комплект кодотранспарантов по курсу "Электротехника" 106 шт. (1), Монитор LCD Samsung SM 913 N 19" (1), Монитор 19" ViewSonic TFT 19" VA916 (1), Ноутбук Satellite C 850-CPR (1), Принтер Xerox (1), Стол лаб. 5950*1700*600 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM
2.	219 (II)	Доска аудиторная 1500*1000 (1), Монитор LCD View Sonic (1), НАНОВОЛЬТМЕТР (1), ПК ICL RAY S902.1 ,клавиат.,мышь.монитор ViewSonic 22" VA2232W-LED (1), Систем.блок P-Athlon64 X2 6000/1024*2Мб/320 Gb/клавиатура+мышь+коврик (1), СТЕНД УСЭТ-1М (6), Стеллаж металлический для электрооборудования (1), Стенд "Основы электроники" (1), Стенд лаб. "Электротехника" (1), Стол лаб. 5400*1700*600 (1), Установка ФПК 02 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM
3.	255 (I)	Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система

		"Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM
--	--	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Вопросы, требующие расчёта

1. По медному проводнику сечением  $1 \text{ мм}^2$  течет ток  $1 \text{ А}$ . Определить среднюю скорость упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди  $8,9 \text{ г/см}^3$ .
2. Как изменится сила тока, проходящего через неактивную цепь, если при постоянном напряжении на зажимах ее температура повышается от  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 1200^\circ\text{C}$ . Температурный коэффициент сопротивления платины принять равным  $3,65 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$ .
3. По медному проводу сечением  $0,3 \text{ мм}^2$  течет ток  $0,3 \text{ А}$ . Определить силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля. Удельное сопротивление меди  $17 \text{ мОм/м}$ .
4. Сила тока в проводнике сопротивлением  $10 \text{ Ом}$  равномерно убывает от  $I_0 = 3 \text{ А}$  до  $I = 0$  за  $30 \text{ с}$ . Определить выделившуюся за это время в проводнике количество теплоты.

Пример билета промежуточной аттестации

ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №0

по дисциплине "Электротехнические материалы"

1. Дайте определение термину «ионная связь»
2. Какие вещества называются аморфными?
3. Какие вещества относятся к проводникам?

Заведующий кафедрой

А.А. Медяков

"Энергообеспечение предприятий"

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы по теме проводниковые материалы



1. От чего зависит электропроводность идеальных и реальных металлов?
2. Как определить удельное сопротивление металла при любой температуре?
3. В чем принципиальное отличие изменения  $\rho$  и  $\alpha\rho$  от состава сплавов Cu-Au и Cu-Ni?
4. Как зависит  $\rho$  и  $\alpha\rho$  от толщины тонкой металлической пленки? Что такое сопротивление квадрата?
5. Назовите основные материалы высокой проводимости и их применение.
6. Как влияют примеси на свойства меди и алюминия?
7. Перечислите основные благородные металлы, особенности их свойств и применение.
8. Назовите основные тугоплавкие металлы, особенности их свойств и применение.
9. Какие материалы применяются для неподвижных контактов?
10. Какие материалы используют для слаботочных разрывных контактов?

#### Вопросы по теме диэлектрики

1. Перечислите основные электрические свойства диэлектриков. Как влияет температура на  $\epsilon$  диэлектриков?
2. Как влияет напряженность поля на  $\epsilon$  линейных и нелинейных диэлектриков?
3. Чем вызвана электропроводность диэлектриков?
4. Перечислите основные виды диэлектрических потерь и укажите, каким диэлектрикам они присущи.
5. Как влияет температура и частота поля на диэлектрические потери сквозной проводимости?
6. Как влияет температура и частота поля на релаксационные потери диэлектриков?
7. Что такое электрическая прочность и пробой диэлектриков? Какие факторы влияют на  $E_{пр}$  воздуха?
8. Перечислите преимущества и недостатки нефтяных масел.
9. В чем преимущества оксидной изоляции и где она применяется?
10. Укажите особые свойства кварцевого стекла и его применение.
11. Чем отличаются ситаллы от стекол и керамики?

#### Вопросы по теме полупроводниковые материалы:

1. Чем обеспечивается собственная электропроводность полупроводников?
2. Как расположены энергетические уровни донорной и акцепторной примеси в запрещенной зоне полупроводника? Почему энергия ионизации примеси в германии меньше, чем в кремнии?
3. Каким соотношением связаны концентрации электронов и дырок в невырожденном полупроводнике?
4. Объясните температурную зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике. Какой полупроводник называется «вырожденным»?
5. Каковы причины рассеяния носителей заряда в полупроводнике?
6. Может ли проводимость в полупроводнике уменьшаться при повышении температуры?
7. Каковы причины возникновения неравновесных носителей заряда в полупроводнике?
8. В чем отличие ловушек захвата от рекомбинационных ловушек?
9. Какие факторы влияют на время жизни и диффузионную длину неравновесных носителей заряда?
10. Что понимают под фоторезистивным эффектом?
11. Почему примесная фотопроводимость смещается в сторону более длинных волн?

#### Вопросы по теме магнитные материалы

1. Какова природа ферромагнетизма?
2. Перечислите главные особенности ферромагнитных материалов.
3. Какие процессы происходят при намагничивании ферромагнетика?
4. Как влияет кремний на свойства электротехнической стали?
5. Назовите причины появления магнитных потерь при циклическом перемагничивании ферромагнетика. Как уменьшить магнитные потери?

6. Как добиться высоких магнитных свойств в электротехнической стали?
7. Какие магнитомягкие материалы имеют высокую магнитную проницаемость в слабых полях?
8. В чем различие свойств высоконикелевых и низконикелевых пермаллоев?
9. Какая термообработка обеспечивает высокую магнитную проницаемость пермаллоя 79НМ?
10. Какую структуру имеют магнитодиэлектрики и где они используются?
11. В чем состоит физическая сущность магнетизма ферритов?
12. Какие ферриты применяются на радиочастотах?
13. На каких физических эффектах основано применение ферритов СВЧ-диапазона?
14. Какие материалы имеют прямоугольную петлю гистерезиса и их применение?
15. Какие материалы обладают сильно выраженной магнитострикцией и где они используются?
16. Назовите основные характеристики магнитотвердых материалов.
17. Перечислите основные группы магнитотвердых материалов.
18. Каким образом можно получить высокие значения основных характеристик магнитотвердых материалов?