

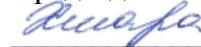
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 27.06.2024 14:25:21  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

 Г.А. Хмара

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

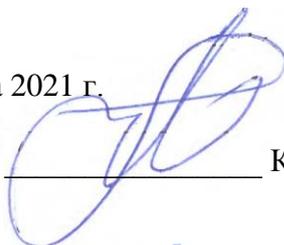
дисциплины: Физика электротехнических материалов  
направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
направленность: Электроснабжение  
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021 г. и требованиями ОПОП 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность Электроснабжение к результатам освоения дисциплины.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры ФМД

Протокол № 1 от «31» августа 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой



К.Р. Муратов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой



Г.А. Хмара

«31»августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

К.Р. Муратов, доцент кафедры ФМД,  
кандидат технических наук



### 1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование специалистов широкого профиля, сочетающих глубокие фундаментальные знания и практическую подготовку для работы в конкретной области науки и техники, а также выработка у обучающихся физического и инженерного подхода при разработке, проектировании и грамотной эксплуатации электротехнического, энергетического и электронного оборудования.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика электротехнических материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 (дисциплина по выбору).

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знать

основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий

Уметь

использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных

Владеть

навыками пользования современной научной аппаратурой и электронно-вычислительной техникой, выработки у обучающихся практических навыков проведения экспериментальных исследований свойств материалов с применением ЭВМ и оценки погрешности измерений

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКС-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	знать основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий
		уметь использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных
		владеть навыками пользования современной научной аппаратурой и электронно-вычислительной техникой, выработки у обучающихся практических навыков проведения

		экспериментальных исследований свойств материалов с применением ЭВМ и оценки погрешности измерений
--	--	--

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	2/4	16	-	32	24	экзамен
заочная	2/3	8	-	8	83	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины/модуля

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО) 4 семестр

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение. Основные понятия и определения	1	-	4	2	7	ПКС-2	Письменный опрос
2	2	Полупроводники	5	-	10	6	21		Письменный опрос, тест
3	3	Диэлектрики	4	-	6	6	16		Письменный опрос
4	4	Проводники	2	-	6	4	12		Письменный опрос, тест
5	5	Магнитные материалы и сверхпроводники	4	-	6	6	16		Письменный опрос
6	Экзамен		-	-	-	-	36		Вопросы к экзамену
Итого:			16	0	32	24	108		

##### заочная форма обучения (ЗФО) 3 семестр

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение. Основные понятия и определения	1	-	1	3	5	ПКС-2	Письменный опрос
2	2	Полупроводники	2	-	-	20	22		Письменный опрос,

								тест
3	3	Диэлектрики	2	-	2	20	24	Письменный опрос
4	4	Проводники	1	-	2	20	23	Письменный опрос, тест
5	5	Магнитные материалы и сверхпроводники	2	-	3	20	25	Письменный опрос
10	Экзамен		-	-	-	0	9	Вопросы к экзамену
Итого:			8	0	8	83	108	

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины.

Введение.

**Классификация** электротехнических материалов по электрическим и магнитным свойствам

#### Часть 1. Полупроводники

**Полупроводниковая революция.** Классификация и основные сведения о полупроводниках. Понятие о полупроводниковой чистоте и способах получения чистых совершенных полупроводниковых монокристаллов.

**Собственная проводимость** полупроводников. Концентрации собственных носителей заряда. Положение уровня Ферми в собственном полупроводнике. Высокотемпературное вырождение.

**Примесная проводимость** полупроводников. Концентрации носителей заряда в примесных полупроводниках. Температурные зависимости концентрации и подвижности носителей заряда, удельной проводимости и положения уровня Ферми в примесных *полупроводниках*. *Низкотемпературное вырождение. Термисторы. Болотметры.*

**Эффект Холла** в полупроводниках. Угол Холла. Преобразователи Холла. Магниторезисторы. Магниточувствительные материалы.

**Фотопроводимость** собственных и примесных полупроводников. Фоторезисторы. Фоточувствительные материалы.

**Электронно-дырочный переход** (р-п-переход). Контактная разность потенциалов. Вольт-амперная характеристика. Свойства р-п-перехода. Виды полупроводниковых диодов. Материалы для изготовления различных видов диодных и транзисторных структур

**Вопросы технологии полупроводников.** Понятие о способах формирования р-п-переходов и технологии изготовления микросхем. Квантовые точки.

#### Часть 2. Диэлектрики

**Поляризация диэлектриков.** Диэлектрическая проницаемость. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости. Основные виды поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков по виду поляризации. Температурные и частотные зависимости диэлектрической проницаемости различных видов диэлектриков.

**Электропроводность диэлектриков** Электрическое сопротивление диэлектриков. Виды электропроводности диэлектриков. Электропроводность газов, жидких, твердых диэлектриков. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков

**Диэлектрические потери.** Электрические схемы замещения диэлектрика с потерями.

Угол диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Виды диэлектрических потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от различных факторов. Диэлектрические потери в газах, в жидких и твердых диэлектриках.

**Пробой диэлектриков.** Вольт-амперные характеристики. Электрическая прочность. Пробой газообразных диэлектриков. Пробой жидких диэлектриков. Виды пробоя твердых диэлектриков. Особенности электрического пробоя однородных и неоднородных диэлектриков. Тепловой пробой в твердых диэлектриках.

**Неэлектрические свойства диэлектриков.** Влажностные и тепловые свойства диэлектриков. Нагревостойкость. Механические свойства диэлектриков. Химические и радиационные свойства диэлектриков. Электроизоляционные и конденсаторные материалы, применяемые в технике.

**Активные диэлектрики.** Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Электреты. Люминофоры. Их свойства и применение.

### **Часть 3. Проводники**

**Свойства проводников** Классификация и основные сведения о проводниковых материалах.

**Материалы высокой проводимости.** Медь. Сплавы меди. Алюминий. Сплавы алюминия. Железо. Сталь.

**Сплавы высокого сопротивления.** Резистивные материалы. Сплавы для термопар.

**Металлы и сплавы различного назначения.** Тугоплавкие металлы. благородные металлы. Припои. Проводящие материалы на основе графита.

### **Часть 4. Магнитные материалы и сверхпроводники**

**Магнитные материалы.** Магнитные свойства материалов. Магнитомягкие низкочастотные и высокочастотные материалы. Магнитотвердые материалы.

**Сверхпроводящие материалы.** Понятие о микроскопической теории сверхпроводимости. Свойства сверхпроводников. Открытие высокотемпературной сверхпроводимости. Некоторые применения сверхпроводников

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### **Лекционные занятия**

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	1	1	-	Введение. Основные понятия и определения
2	2	5	2	-	Полупроводники
3	3	4	2	-	Диэлектрики
4	4	2	1	-	Проводники
5	5	4	2	-	Магнитные материалы и сверхпроводники
Итого:		16	8	-	

### **Практические занятия**

*Практические занятия учебным планом не предусмотрены*

## Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	4	1	-	Ознакомление с приборами и лабораторным стендом
2	2	10	-	-	Исследование эффекта Холла в полупроводниках. Определение характеристик полупроводникового материала: удельного сопротивления, концентрации носителей заряда, их подвижности
3	3	6	2	-	Изучение внутреннего фотоэффекта в полупроводниках. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника
4	4	6	2	-	Исследование электронно-дырочных переходов в полупроводниках. Изучение полупроводниковых фотоэлементов. Вольт-фарадные х-ки р-п-перехода. Электролюминесценция р-п – переходе. Исследование воздействия света на р-п – переход.
5	5	6	3	-	Исследование сегнетоэлектрических материалов. Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников. Исследование магнитных материалов.
Итого:		32	8	-	

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1	1	2	3	-	Основные понятия и определения	Изучение теоретического материала по разделу. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам
2	2	6	20	-	Полупроводники	
3	3	6	20	-	Диэлектрики	
4	4	4	20	-	Проводники	
5	5	6	20	-	Магнитные материалы и сверхпроводники	
6	1-5	36	9	-	Подготовка к экзамену	
Итого:		60	92	-	-	Подготовка к экзамену

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- лекция –беседа и лекция-визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);
- тестовые технологии с применением ИКТ (контроль знаний обучающихся).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы заключаются в решении обучающимися расчетно-практических заданий по вышеназванным разделам дисциплины, тематика которых берется обучающимися по номеру своего варианта.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
	Тест по темам разделов №1	0-20
	Выполнение лабораторных работ №1, №2	0-10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-30
2 текущая аттестация		
	Тест по темам разделов №2, 3	0-20
	Выполнение лабораторных работ №3, №4	0-10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-30
3 текущая аттестация		
	Тест по теме раздела №5	0-30
	Выполнение лабораторной работы №5	0-10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	0-40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название ЭБС	Наименование организации	Ссылка на сайт	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
Электронный каталог/ Электронная библиотека ТИУ	ТИУ, БИК	<a href="http://webirbis.tsogu.ru/">http://webirbis.tsogu.ru/</a>	Электронный каталог, включающий в себя Электронную библиотеку ТИУ, где находятся учебники, учебные пособия, методические пособия и др. документы, авторами которых являются преподаватели и сотрудники ТИУ.
ЭБС издательства «Лань»	ООО «Издательство ЛАНЬ»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ЭБС включает электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и

			<p>гуманитарным наукам.  В ТИУ подключен доступ к нижеперечисленным коллекциям:  «Инженерные науки»- Издательство «Лань»  «Инженерные науки» — Издательство «ДМК Пресс»  «Инженерные науки» — Издательство «Машиностроение»  «Инженерные науки» — Издательство «Горная книга»  «Инженерные науки» — Издательство «МИСИС»  «Инженерные науки» — Издательство «Новое знание»  «Инженерные науки» — Издательство ТПУ  «Инженерные науки» — Издательство ТУСУР  «Инженерные науки» — Издательский дом «МЭИ»  «Информатика»- Издательство ДМК Пресс»  ЭБС  «Технологии пищевых производств» — Издательство «Гиорд»  «Химия» — Издательство ИГХТУ  «Экономика и менеджмент» — Издательство «Финансы и статистика»  «Математика» — Издательство «Лань»  «Теоретическая механика» — Издательство «Лань»  «Физика» — Издательство «Лань»  «Химия- «Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний»  «Экономика и менеджмент»- Издательство «Лань»  «Экономика и менеджмент» -Издательство «Дашков и К»</p>
<p>Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU</p>	<p>ООО «РУНЭБ»</p>	<p><a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a></p>	<p>Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU является крупнейшим российским информационным порталом. Всего в электронной библиотеке более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе. Тюменский индустриальный университет имеет подписку на коллекцию из 95 российских журналов в полнотекстовом электронном виде.</p>
<p>ЭБС «IPRbooks»</p>	<p>ООО Компания «Ай Пи Эр Медиа»</p>	<p><a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a></p>	<p>В ЭБС IPRbooks содержится литература по различным группам специальностей, что дает возможность учебным заведениям разных профилей найти интересующие их издания. Широко представлена юридическая, экономическая литература, издания по гуманитарным, техническим, естественным, физико-математическим наукам. Активно в ЭБС развиваются эксклюзивные блоки литературы по</p>

			отдельным специальностям, например, архитектура и строительство, гидрометеорология, образование и педагогика и др.
ЭБС «Консультант студента»	ООО «Политехресурс»	<a href="http://www.studentlibrary.ru">www.studentlibrary.ru</a>	Ресурс является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями.
ЭБС «Юрайт»	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	<a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a>	Фонд электронной библиотеки составляет более 5000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
ЭБС «Book.ru»	ООО «КноРус медиа»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>	BOOK.RU — это электронно-библиотечная система для учебных заведений. Содержит электронные версии учебников, учебных и научных пособий, монографий по различным областям знаний.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства

*Windows 8,*

*Microsoft Office Professional Plus.*

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	-	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
2	-	Стенд лабораторный для изучения дисциплины «Физика электротехнических материалов»

## 11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

На лабораторных занятиях обучающиеся выполняют исследования на лабораторных стендах. Подробное описание содержится в методических указаниях к лабораторным занятиям по дисциплине.

#### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны изучить теоретический материал по разделам.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Физика электротехнических материалов

Код, направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность: Электроснабжение

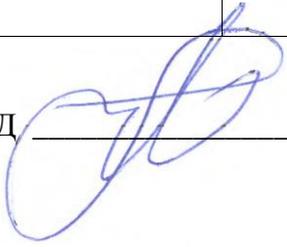
Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКС-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Не знает основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий	Знает частично основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий	Знает хорошо основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий	Знает в полном объеме основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий
		Не умеет использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных	Умеет с ошибками использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных	Умеет без ошибок использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных	Умеет корректно использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных
		Не владеет навыками пользования современной научной аппаратурой и электронно-вычислительной техникой, выработки у обучающихся практических навыков проведения экспериментальных исследований свойств материалов с применением ЭВМ и оценки погрешности измерений	Владеет слабо навыками пользования современной научной аппаратурой и электронно-вычислительной техникой, выработки у обучающихся практических навыков проведения экспериментальных исследований свойств материалов с применением ЭВМ и оценки погрешности измерений	Владеет хорошо навыками пользования современной научной аппаратурой и электронно-вычислительной техникой, выработки у обучающихся практических навыков проведения экспериментальных исследований свойств материалов с применением ЭВМ и оценки погрешности измерений	Владеет в полной мере навыками пользования современной научной аппаратурой и электронно-вычислительной техникой, выработки у обучающихся практических навыков проведения экспериментальных исследований свойств материалов с применением ЭВМ и оценки погрешности измерений

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Физика электротехнических материалов  
 Код, направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
 направленность: Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	<b>Сорокин, Валерий Сергеевич.</b> Материалы и элементы электронной техники [Текст] : в 2-х т. : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров, магистров и специалистов 210100 "Электроника и микроэлектроника": <b>Т.1</b> : Проводники, полупроводники, диэлектрики. - 448 с. - М. – 2006.	6+ЭР*	30	100	+
2	<b>Колесов, Святослав Николаевич.</b> Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учебник для студентов электротехнических и электромеханических специальностей вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 535 с.	50	30	100	-
3	<b>Материаловедение и технология</b> конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учебник / В. Б. Арзамасов, А. Н. Волчков, В. А. Головин ; ред.: В. Б. Арзамасов, А. А. Черепяхин. - Электрон. текстовые дан. - М. : Академия, 2011. - 1 эл. опт. диск (DVD-ROM).	20+ЭР*	30	100	+
4	<b>Чемезова, Ксения Сергеевна.</b> Элементы квантовой физики [Текст] : учебное пособие / К. С. Чемезова ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. - 147 с.	ЭР*	30	100	+

И.о. зав. кафедрой ФМД  К.Р. Муратов

«31» августа 2021 г.

