

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

 Г.А. Хмара

«13» июня 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Физика электротехнических материалов

направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

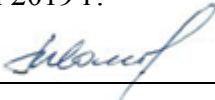
направленность: Электроснабжение

форма обучения: очная, заочная


Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22.04.2019 г. и требованиями ОПОП 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность Электроснабжение к результатам освоения дисциплины.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры электроэнергетики

Протокол № 13 от «10» июня 2019 г.

И.о. заведующего кафедрой  Г.В. Иванов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  Г.В. Иванов

«10» июня 2019 г.

Рабочую программу разработал:

У. Маллабоев, профессор кафедры электроэнергетики,  
доктор физико-математических наук, профессор



## **1 Цели изучения дисциплины (модуля)**

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.

### **Задачи дисциплины**

- изучение классификации и основных эксплуатационных характеристик электротехнических материалов по их составу, электрофизическим свойствам и техническому назначению;
- изучение физической сущности процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах, под действием внешних электрических полей;
- изучение методов оценки основных свойств электротехнических материалов используемых при выборе материалов электроустановок; видах диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов, применяемых в конструкциях электрических аппаратов и машин, об особенностях и областях применения этих материалов в производстве.

## **1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

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

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

**Знание:**

- связи строения вещества с его физическими характеристиками, классификации электротехнических материалов по их назначению, составу и свойствам
- основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий -

**Умения:**

- исследовать основные электрофизические процессы, протекающие в диэлектриках, проводниках, полупроводниках, магнитных материалах
- использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных

**Владение:**

- навыками применения электротехнических материалов в практике нефтегазопромысловой энергетики
- 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

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Физика, Электротехнические и конструкционные материалы, Химия, Электрические машины, Метрология, стандартизация и сертификация, Промышленная электроника.

## 2. 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 (модулю)
<p>ПКС-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПКС-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения</p>	<p>знать связи строения вещества с его физическими характеристиками, классификации электротехнических материалов по их назначению, составу и свойствам</p>
		<p>уметь исследовать основные электрофизические процессы, протекающие в диэлектриках, проводниках, полупроводниках, магнитных материалах</p>
		<p>владеть навыками применения электротехнических материалов в практике нефтегазопромышленной энергетики</p>
<p>ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПКС-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>	<p>знать основы технологии изготовления некоторых электротехнических материалов и изделий</p>
		<p>уметь использовать научную и техническую информацию о разработке новых материалов для электротехники и электроники или новом использовании известных</p>
		<p>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</p>

## 3. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч.

Таблица 4.1.

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

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

4 семестр

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, ак.ч.			СРС, ак.ч.	Всего, ак.ч.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Общие сведения.	2	-	-	2	4	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Устный опрос
2	2	Физические свойства проводниковых материалов	8	-	4	6	18	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
3	3	Электрофизические свойства диэлектриков	10	-	6	6	22	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
4	4	Физические процессы в полупроводниках	6	-	4	6	16	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
5	5	Физические свойства магнитных материалов	6	-	2	4	12	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
6	Экзамен		-	-	-	-	36		
Итого:			32	-	16	24	108		

##### заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

3 семестр

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, ак.ч.			СРС, ак.ч.	Всего, ак.ч.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Общие сведения.	1	-	-	7	8	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Устный опрос
2	2	Физические свойства проводниковых материалов	2	-	2	19	23	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
3	3	Электрофизические свойства диэлектриков	2	-	2	19	23	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
4	4	Физические процессы в полупроводниках	2	-	2	19	23	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
5	5	Физические свойства магнитных материалов	1	-	2	19	22	ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Отчет по ЛР, Устный опрос
6	экзамен		-	-	-	-	9		
Итого:			8	-	8	83	108		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «*Общие сведения*». Роль электрофизических свойств материалов в развитии электротехники. Классификация материалов, используемых в электротехнике. Типы связей. Основы зонной теории твердого тела.

Раздел 2. «*Физические свойства проводниковых материалов*». Основные свойства проводников. Общие сведения и классификация. Проводники в электрическом поле. Электросопротивление тонких металлических пленок.

Физические процессы в металлических проводниках. Зависимость удельного электрического сопротивления металлических проводников от их строения и внешних факторов. Влияние примеси на удельное сопротивление. Удельное сопротивление металлических сплавов. Влияние деформации на удельное сопротивление. Влияние температуры на удельное сопротивление. Влияние размеров проводника на удельное сопротивление. Влияние частоты напряжения на сопротивление металлических проводников. Эмиссионные и контактные явления в металлах. Тепловые свойства металлов. Тепловое расширение. Теплопроводность. Теплоемкость. Теплота плавления.

Механические свойства металлических проводников. Деформация. Прочность. Пластичность. Упругость. Твердость. Вязкость. Хрупкость. Усталостная прочность. Износостойкость.

Раздел 3. «*Электрофизические свойства диэлектриков*».

Поляризация диэлектриков. Физическая сущность поляризации диэлектриков. Поле внутри диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Уравнения диэлектрической поляризации. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от различных факторов для газообразных, жидких и твердых диэлектриков.

Электропроводность диэлектриков. Определения и основные понятия. Электропроводность объемная и поверхностная. Токи смещения, абсорбции и сквозной проводимости. Зависимость электропроводности диэлектриков, концентрации носителей зарядов и их подвижности от температуры. ТКр диэлектриков. Электропроводность газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Зависимость  $\gamma$  и  $j$  от  $E$  в широком интервале.

Диэлектрические потери диэлектриков. Определения и основные понятия. Эквивалентные схемы замещения диэлектрика с потерями. Виды диэлектрических потерь. Диэлектрические потери в газообразных, жидких и твердых диэлектриках.

Пробой диэлектриков. Основные понятия и определения. Пробой газообразных, жидких и твердых диэлектриков.

Механические и физико-химические свойства диэлектриков. Механические свойства диэлектриков. Влажностные свойства диэлектриков. Тепловые свойства диэлектриков. Химические свойства диэлектриков.

Раздел 4. «*Физические процессы в полупроводниках*». Общие сведения и классификация полупроводниковых материалов. Полупроводниковые химические соединения. Полупроводниковые соединения  $A^{IV}B^{IV}$ . Полупроводниковые соединения  $A^{III}B^{V}$ . Полупроводниковые соединения  $A^{II}B^{VI}$ . Собственные и примесные полупроводники. Электропроводность собственных полупроводников. Концентрация собственных носителей заряда в полупроводнике. Электропроводность примесных полупроводников. Концентрация носителей заряда в примесном полупроводнике. Виды примеси. Акцепторная примесь. Донорная примесь. Амфотерная примесь. Нейтральная примесь. Примесь замещения. Примесь внедрения. Удельная проводимость полупроводников. Неравновесные носители заряда. Рекомбинация. Определение типа электропроводности полупроводников.

Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Терморезисторы. Фотопроводимость полупроводников. Фоторезисторы. Люминесценция.

Электропроводность полупроводников в слабых и сильных электрических полях. Термоэлектронная ионизация. Туннельный эффект. Ударная ионизация. Простые полупроводники. Германий. Кремний. Селен Применение полупроводникового германия, кремния и селена.

Раздел 5. «Физические свойства магнитных материалов». Классификация материалов по магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики. Магнитные свойства ферромагнетиков. Природа ферромагнетизма. Магнитная анизотропия. Магнитострикция. Причины, приводящие к образованию доменов. Процессы намагничивания перемагничивания ферромагнетиков. Механизм технического намагничивания и магнитный гистерезис. Магнитная проницаемость. Магнитные потери. Основные характеристики магнитомягких и магнитотвердых материалов.

#### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

4 / 3 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, ак.ч.		Тема лекции
		ОФО	ЗФО	
1	1	2	0,5	Общие сведения
2	2	2	0,5	Основные свойства проводников
		4	1,0	Физические процессы в металлических проводниках
		2	0,5	Механические свойства металлических проводников
3	3	4	1,0	Поляризация диэлектриков.
		4	0,5	Электропроводность диэлектриков.
		2	0,5	Диэлектрические потери диэлектриков.
		1	0,5	Пробой диэлектриков
		1	0,5	Механические и физико-химические свойства диэлектриков.
4	4	2	0,5	Общие сведения и классификация полупроводниковых материалов
		2	0,5	Зависимость электропроводности полупроводников от температуры
		2	0,5	Электропроводность полупроводников в слабых и сильных электрических полях
5	5	4	1,0	Классификация материалов по магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики.
Итого:		32	8	

#### Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

## Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

4/ 3 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, ак.ч.		Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	
1	1	2	-	Изучение температурной зависимости сопротивления резисторов и удельного сопротивления проводниковых материалов.
2	2	2	2	Изучение термо ЭДС термопар на основе металлов и сплавов.
3	3	2	-	Исследование температурной зависимости удельного сопротивления металлов, их сплавов и полупроводников
4	5	4	2	Определение емкости, диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь анизотропных диэлектриков при низких частотах.
5		4	2	Определение емкости, диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь анизотропных диэлектриков при высоких частотах.
6	3	2	2	Изучение свойств сегнетоэлектриков.
Итого:		16	8	

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

4 / 3 семестр

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, ак.ч.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
1	1	2	7	Типы связей	Изучение теоретического материала по разделу
2	2	6	19	Механические свойства металлических проводников. Деформация. Прочность. Пластичность. Упругость. Твердость. Вязкость. Хрупкость. Усталостная прочность. Износостойкость.	Изучение теоретического материала и выполнение конспект
3	3	6	19	Пробой диэлектриков. Основные понятия и определения. Пробой газообразных, жидких и твердых диэлектриков.	Изучение теоретического материала и выполнение конспект
4	4	6	19	Простые полупроводники. Германий. Кремний. Селен. Применение полупроводникового германия, кремния и селена.	Изучение теоретического материала и выполнение конспект
5	5	4	19	Основные характеристики магнитомягких и магнитотвердых материалов.	Изучение теоретического материала и выполнение конспект
Итого:		24	83		

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

Лекция-визуализация; проблемная задача.

Интерактивные методы: case-метод, метод конкретных ситуаций.



**5.****Тематика курсовых работ/проектов**

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

**6. Контрольные работы**

Контрольная работа для заочной формы обучения - 3 семестр.

**7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ.**

Задание на контрольную работу выдает преподаватель в начале семестра согласно графику учебной работы. Индивидуальные исходные данные приведены в таблицах. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки обучающегося, выполняющего работу.

Методика выполнения и варианты задания приведены в «Физика электротехнических материалов»: методические указания к контрольной работе для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность Электроснабжение всех форм обучения / сост. У. Маллабоев; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 16 с.».

**7.2. Тематика контрольных работ.**

Контрольная работа включает в себя:

- 1) четыре теоретических заданий, предусматривающих изучение характеристик, свойств, параметров, способов получения и областей применения основных классов материалов (проводниковых, диэлектрических, полупроводниковых, магнитных);
- 2) практический вопрос;
- 3) задачу.

**7. 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

4 семестр

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
<b>1 текущая аттестация</b>		
1	Выполнение лабораторной работы №1	6
2	Защита лабораторной работы №1	6
3	Выполнение лабораторной работы №2	6
4	Защита лабораторной работы №2	6
5-6	Коллоквиум	6
	<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>	<b>30</b>
<b>2 текущая аттестация</b>		
7	Выполнение лабораторной работы №3	6
8	Защита лабораторной работы №3	6
9	Выполнение лабораторной работы №4	6

10	Защита лабораторной работы №4	6
11-12	Коллоквиум	6
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
13	Выполнение лабораторной работы №5	6
14	Защита лабораторной работы №5	6
15	Коллоквиум	6
16-17	Итоговый коллоквиум	22
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

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

Таблица 8.2

3 семестр

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Выполнение и защита лабораторных работ	40
2	Экзамен	60
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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 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»
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	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.
ЭБС «IPRbooks»	ООО Компания «Ай Пи Эр Медиа»	<a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a>	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 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.

- MSOffice (Microsoft Office Professional Plus);
- MSWindows.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Лабораторные работы	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть

Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду; Кабинет для текущего контроля и промежуточной аттестации – кабинет электронного тестирования; Кабинет, для самостоятельной работы обучающихся – лиц с ограниченными возможностями здоровья, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **10. Методические указания по организации СРС**

### **11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным работам.**

Проведение лабораторных работ направлено на закрепление полученных теоретических знаний о электробезопасности.

Каждая лабораторная работа имеет наименование и цель работы, основные теоретические положения, методику проведения, а также контрольные вопросы. После выполнения лабораторной работы, каждый из обучающихся представляет преподавателю отчет, отвечает на теоретические вопросы, демонстрирует уровень сформированности компетенций. Отчет о проделанной работе должен быть представлен обучающимся либо в день выполнения работы, либо на следующем занятии. Отчеты о проделанных работах следует выполнять на отдельных листах формата А4, либо в тетради; схемы, графики, рисунки необходимо выполнять простым карандашом либо с использованием графических редакторов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На выполнение каждой работы отводится определенное количество часов в соответствии с тематическим планом изучения дисциплины. Отчет включает в себя: титульный лист, цель работы, выполнение задания лабораторной работы со всеми необходимыми пояснениями, графики и векторные диаграммы при необходимости, вывод по работе.

Более подробные указания приведены в «Физика электротехнических материалов: методические указания к лабораторным работам для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность Электроснабжение всех форм обучения / сост. У. Маллабоев; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: ТИУ, 2019. – 36 с.».

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

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка мультимедиа-сообщений/докладов, подготовка реферата, тестирование, решение заданий по образцу, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и

моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации студентов в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа студента без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы студент должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов используются аудиторские занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

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

Дисциплина Физика электротехнических материалов  
Код, направление подготовки 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
<p>ПКС-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов</p>	<p>ПКС-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.</p>	<p>Не знает терминологию, основные понятия и определения, классификацию, механизмы появления электрофизических процессов в электротехнических материалах под действием электрических полей</p>	<p>Демонстрирует отдельные знания терминологии, основных понятий и определений, классификации, механизмов появления электрофизических процессов в электротехнических материалах под действием электрических полей</p>	<p>Демонстрирует достаточные знания терминологии, основных понятий и определений, классификации, механизмов появления электрофизических процессов в электротехнических материалах под действием электрических полей</p>	<p>Демонстрирует исчерпывающие знания терминологии, основных понятий и определений, классификации, механизмов появления электрофизических процессов в электротехнических материалах под действием электрических полей</p>
		<p>Не умеет пользоваться технологиями расчетов электротехнических величин в электротехнических материалах</p>	<p>Умеет пользоваться технологиями расчетов электротехнических величин в электротехнических материалах, допуская негрубые ошибки</p>	<p>Умеет пользоваться технологиями расчетов электротехнических величин в электротехнических материалах, допуская незначительные неточности</p>	<p>Свободно умеет пользоваться технологиями расчетов электротехнических величин в электротехнических материалах</p>
		<p>Не владеет навыком анализа результатов расчета и выбора электротехнических материалов заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости</p>	<p>Владеет навыком анализа результатов расчета и выбора электротехнических материалов заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости, допуская негрубые ошибки</p>	<p>Владеет навыком анализа результатов расчета и выбора электротехнических материалов заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости, допуская незначительные неточности</p>	<p>В совершенстве владеет навыком анализа результатов расчета и выбора электротехнических материалов заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости</p>
<p>ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов</p>	<p>ПКС-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем</p>	<p>Не знает основные изменения структур и свойств материалов, происходящие при их обработке и в эксплуатации, а также методы контроля качества материалов и узлов оборудования</p>	<p>Демонстрирует отдельные знания основных изменений структур и свойств материалов, происходящих при их обработке и в эксплуатации, а также методов контроля качества материалов и узлов оборудования</p>	<p>Демонстрирует достаточные знания основных изменений структур и свойств материалов, происходящих при их обработке и в эксплуатации, а также методов контроля качества материалов и узлов оборудования</p>	<p>Демонстрирует исчерпывающие знания основных изменений структур и свойств материалов, происходящих при их обработке и в эксплуатации, а также методов контроля качества материалов и узлов оборудования</p>

Код компетенции  объектов	Код и наименование результата обучения по дисциплине и их объектов	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
		Не умеет использовать измерительные физические приборы для изучения электрофизических свойств и параметров электротехнических материалов	Умеет использовать измерительные физические приборы для изучения электрофизических свойств и параметров электротехнических материалов, допуская негрубые ошибки	Умеет использовать измерительные физические приборы для изучения электрофизических свойств и параметров электротехнических материалов, допуская незначительные неточности	Свободно умеет использовать измерительные физические приборы для изучения электрофизических свойств и параметров электротехнических материалов
		Не владеет навыком проведения исследования и установить основные изменения структур и свойств материалов, происходящие при их эксплуатации	Владеет навыком проведения исследования и установить основные изменения структур и свойств материалов, происходящие при их эксплуатации, допуская негрубые ошибки	Владеет навыком проведения исследования и установить основные изменения структур и свойств материалов, происходящие при их эксплуатации, допуская незначительные неточности	В совершенстве владеет навыком проведения исследования и установить основные изменения структур и свойств материалов, происходящие при их эксплуатации

## КАРТА


## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Физика электротехнических материалов

Код, направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, и издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Дудкин, А.Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А.Н. Дудкин, В. Ким. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2275-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/96677">https://e.lanbook.com/book/96677</a> (дата обращения: 10.06.2019).	Неограниченный доступ	30	100	+
2	Музылева, И. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Диэлектрические материалы и их применение : учебное пособие / И. В. Музылева, Т. В. Синюкова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 64 с. — ISBN 978-5-88247-720-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/55670.html">http://www.iprbookshop.ru/55670.html</a> (дата обращения: 10.06.2019).	Неограниченный доступ	30	100	+
3	Музылева, И. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Полупроводниковые материалы и их применение : учебное пособие / И. В. Музылева. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 79 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/55610.html">http://www.iprbookshop.ru/55610.html</a> (дата обращения: 10.06.2019).	Неограниченный доступ	30	100	+
4	Власов, В. П. Физические основы электроники : учебное пособие / В. П. Власов, В. Н. Каравашкина. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 67 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/61571.html">http://www.iprbookshop.ru/61571.html</a> (дата обращения: 10.06.2019).	Неограниченный доступ	30	100	+

И.о. заведующего кафедрой ЭЭ  Г.В. Иванов

«10» июня 2019 г.



Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
«Физика электротехнических материалов»  
на 2020-2021 учебный год

Обновления внесены в следующие разделы рабочей программы дисциплины:

1. Карта обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой (приложение 2).
2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы (п. 9.2).
3. В случае организации учебной деятельности в электронной информационно-образовательной среде университета в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) обновления вносятся в методы преподавания: корреспондентский метод (обмен информацией, заданиями, результатами в электронной системе поддержки учебного процесса Educon и по электронной почте). Учебные занятия (лекции, практические занятия, лабораторные работы) проводятся в режиме on-line (на платформе ZOOM и др.). Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в электронной системе поддержки учебного процесса Educon.

Дополнения и изменения внес:  
д-р. физ.-мат. наук, профессор



У. Маллабоев

Дополнения (изменения) в рабочую программы дисциплины рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ЭЭ.  
Протокол № 14 от «11» июня 2020 г.

Зав. кафедрой ЭЭ



Г.В. Иванов


**КАРТА  
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Физика электротехнических материалов

Код, направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность Электроснабжение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, и издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-5296-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/139259">https://e.lanbook.com/book/139259</a> (дата обращения: 11.06.2020).	Неограниченный доступ	30	100	+
2	Целебровский, Ю. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение : учебное пособие / Ю. В. Целебровский. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7782-3981-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152183">https://e.lanbook.com/book/152183</a> (дата обращения: 11.06.2020).	Неограниченный доступ	30	100	+
3	Кралин, А. А. Электротехническое и конструкционное материаловедение : учебное пособие / А. А. Кралин, С. Н. Охулков, Е. А. Ершова. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексева, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-502-01193-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/151385">https://e.lanbook.com/book/151385</a> (дата обращения: 11.06.2020).	Неограниченный доступ	30	100	+

Заведующий кафедрой ЭЭ  Г.В. Иванов

«11» июня 2020 г.

## 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
Полнотекстовая база данных ФГБОУ ВО ТИУ	ФГБОУ ВО ТИУ, БИК	<a href="http://elib.tyuiu.ru">http://elib.tyuiu.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 ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	<a href="https://urait.ru">https://urait.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 ООО «Издательство 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 гуманитарным наукам.
ЭБС IPR BOOKS	ООО Компания «Ай Пи Эр Медиа»	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	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 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.
Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина	ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина	<a href="http://elib.gubkin.ru">http://elib.gubkin.ru</a>	Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, где находятся учебники, учебные пособия, методические пособия и др. документы, авторами которых являются преподаватели и сотрудники ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.
Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО УГНТУ	ФГБОУ ВПО УГНТУ	<a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a>	Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО УГНТУ, где находятся учебники, учебные пособия, методические пособия и др. документы, авторами которых являются преподаватели и сотрудники ФГБОУ ВПО УГНТУ.
Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»	ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»	<a href="http://lib.ugtu.net/books">http://lib.ugtu.net/books</a>	Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», где находятся учебники, учебные пособия, методические пособия и др. документы, авторами которых являются преподаватели и сотрудники ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет».
Интеллектуальная электронная справочная система Технорматив	Компания Технорматив	<a href="https://www.technormativ.ru">https://www.technormativ.ru</a>	Компания Технорматив является разработчиком Системы Технорматив – крупнейшей российской информационно-поисковой системы в области стандартов и нормативно-технической документации. Кроме того, компания обеспечивает заказчиков нормативно-технической документацией в печатном виде и оказывает услуги по переводу стандартов и технической документации.
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	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.
Базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент)	Отделение ВПТБ ФИПС	<a href="http://www1.fips.ru">http://www1.fips.ru</a>	В настоящее время Отделение ВПТБ ФИПС является крупнейшим центром патентной информации, национальным хранилищем Государственного патентного фонда (ГПФ), который открыт для всех заинтересованных пользователей. ГПФ включает массивы патентной документации на бумаге, микроносителях, электронных носителях, а также ресурсы глобальной информационной сети Интернет.

Дополнения и изменения  
к рабочей учебной программе по дисциплине  
«Физика электротехнических материалов»  
на 2021-2022 учебный год

Дополнения и изменения в разделы рабочей программы учебной дисциплины не вносятся, так как содержание разделов дисциплины актуально в текущем учебном году.

Дополнения и изменения внес:  
доцент, канд. физ.-мат. наук



В.И. Новоселов

Дополнения (изменения) в рабочую учебную программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ЭЭ.

Протокол № 16 от «30» августа 2021 г.

И.о. зав. кафедрой



Е.С. Чижикова

Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
Физика электротехнических материалов  
на 2022-2023 учебный год


Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (*дисциплина в 2022-2023 учебном году не изучается*).

Дополнения и изменения внес:  В.И. Новоселов  
канд. физ.-мат. наук, доцент

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего кафедрой  Е.С. Чижикова


СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  Е.С. Чижикова

« 30 » августа 2022 г.

Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
Физика электротехнических материалов  
на 2023-2024 учебный год


Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (*дисциплина в 2023-2024 учебном году не изучается*).

Дополнения и изменения внес:  
канд. физ.-мат. наук, доцент  В.И. Новоселов

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего кафедрой  Е.С. Чижикова

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  Е.С. Чижикова

« 30 » августа 2023 г.

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
Физика электротехнических материалов  
на 2024-2025 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу не вносятся (*дисциплина в 2024-2025 учебном году не изучается*).

Дополнения и изменения внес:  
канд. физ.-мат. наук, доцент



В.И. Новоселов

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего выпускающей кафедрой



Е.С. Чижикова

«22» апреля 2024 г.