

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
4	2	72	30	15	0		27	0	3
Итого	2	72	30	15	0	0	27	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина введена для ознакомления студентов с электротехническими материалами. Рассматриваются физические основы возникновения электрических, магнитных, полупроводниковых и других свойств, проявляемых материалами при эксплуатации в электротехническом оборудовании.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины «Электротехнические материалы» состоит в том, чтобы научить студентов выбирать оптимальные материалы для использования в электротехническом оборудовании.

Задачами дисциплины являются:

- Передать фундаментальные знания о процессах в материалах, отвечающих за возникновение физических свойств
- Современное состояние научно-технологического развития материалов, применяемых в электроэнергетике
- Научить выявлять наиболее оптимальные материалы и способы предотвращения проблем
- Научить использовать современные методы анализа и подбора материалов

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины необходимо знание основ общей физики, уравнений математической физики, электротехники, английского языка.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
эксплуатационный			
Осуществление процессов производства, передачи,	электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети;	ПК-4 [1] - Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов	3-ПК-4[1] - Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции,

распределения, преобразования, применения и управления потоками электрической энергии; разработка, изготовление и контроль качества элементов, аппаратов, устройств, систем и их компонентов, реализующих вышеперечисленные процессы.	системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии; релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем; электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование; электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы управления потоками энергии; электромагнитные системы и устройства механизмов, технологических установок и электротехнических изделий, первичных преобразователей систем измерений, контроля и управления производственными	оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.012	способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов; У-ПК-4[1] - Уметь: выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа
--	---	---	--

	процессами; электрическая изоляция электроэнергетических и электротехнических устройств, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы и системы электрической изоляции электрических машин, трансформаторов, кабелей, электрических конденсаторов; электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов в различных отраслях; преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматизации, контроля и диагностики; электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений; электрооборудование низкого и высокого напряжения; потенциально опасные технологические процессы и производства; методы и средства защиты человека, промышленных объектов и среды обитания от антропогенного воздействия.		
--	---	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа»,

	мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	«Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной

		безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания
--	--	---

	ядерного топливного цикла.
--	----------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>4 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	15/8/0		25	СК-8	З-ПК-4
2	Второй раздел	9-15	15/7/0		25	КИ-15	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		30/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 4 Семестр				50	3	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>4 Семестр</i>	30	15	0

1-8	Первый раздел	15	8	0
1	Введение - Классификация материалов по применению - Электроэнергетические устройства - Повторение физики твердого тела	Всего аудиторных часов		
		8	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 7	Электрические свойства материалов - Электропроводность материалов, подвижность электронов, теории электропроводности, температурная зависимость электропроводности, влияние состава и состояния материала на электропроводность - Электросопротивление тонких пленок - Материалы высокой проводимости, сверхпроводимость - Неметаллические проводники - Полупроводниковые материалы. - Практическое задание «Джоулев нагрев электрической шины» - Лабораторная работа «Электропроводность металлов и сплавов»	Всего аудиторных часов		
		7	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Магнитные свойства материалов - Классификация магнетиков	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	15	7	0
9 - 13	Магнитные свойства материалов - Диа- и парамагнетизм. Магнитные диполи, магнитный момент атома, причины диа- и парамагнетизма - Ферро- и ферримагнетики. Спонтанная намагниченность, необходимые достаточные и благоприятные условия ферромагнетизма, температура Кюри, доменная структура, магнитный гистерезис, магнитные потери - Практическое задание «Моделирование постоянных магнитов» - Лабораторная работа «Определение температурной зависимости намагничивания и температуры Кюри ферромагнетиков	Всего аудиторных часов		
		8	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Особые тепловые и упругие свойства - Прецизионные сплавы с особыми свойствами теплового расширения - Сплавы с особыми упругими свойствами - Эффект памяти формы	Всего аудиторных часов		
		7	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации

Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы учебной дисциплины используются различные образовательные технологии – занятия проводятся в форме лекций, лабораторных работ и практических занятий.

Лекции ставят перед собой целью освежить имеющуюся у студентов информацию а также ввести подготовку для самостоятельных и лабораторных работ. В лекции включены работы с текстом статей и учебников, дискуссии, видеоматериалы

Программа включает в себя две лабораторные работы: «Электропроводность металлов и сплавов» и «Определение температурной зависимости намагничивания и температуры Кюри ферромагнетика»

Практические занятия состоят из двух заданий с применением программных комплексов, проводящих расчеты методом конечных элементов, например Comsol Multiphysics.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии на базе интерактивных платформ, например quizizz.com. Целью тестов является повторение а также возможность судить об усвоении студентом данного курса.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-4	З-ПК-4	З, СК-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется

			студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 669 Е52 Физические свойства металлов и сплавов : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.1 Физика твердого тела, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.5 Материалы с заданными свойствами, Москва: НИЯУ МИФИ, 2021

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Студентам необходимо особо внимательно отнестись к самостоятельной работе. Данный курс предполагает наличие у студентов базовых знаний в области основ общей физики, уравнений математической физики, электротехники, английского языка, поэтому перед началом курса студентам следует ознакомиться с образовательной программой и повторить ранее пройденный материал. Важно переходить от пассивного поглощения знаний к их активному использованию и воспроизводству.

Студентам следует вести конспект лекций и практических занятий. В ходе лекции задавать уточняющие вопросы. В случае недопонимания, просить преподавателя повторять материал и регулировать скорость подачи информации. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

В ходе выполнения практических заданий и выступлений необходимо опираться на рекомендуемую литературу и открытые источники, в том числе доступные в библиотеках и онлайн, в периодических изданиях и реферативных базах данных (Elibrary, Scopus и др.): журналах, газетах и т.д., онлайн платформах, таких как YouTube, VK, Coursera, EdX.

При выполнении лабораторных работ четко следовать рекомендациям учебно-вспомогательного персонала. Необходимо подготовиться к выполнению лабораторной работы путем прочтения теоретического раздела из лабораторного практикума.

При оформлении отчетов руководствоваться ГОСТ 7.32-2017. «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В ходе образовательного процесса необходимо руководствоваться методами активного обучения.

Рекомендуется проводить лекцию в виде открытой дискуссии, обогащать лекции видеоматериалом. В ходе лекционных занятий рекомендуется регулярно спрашивать студентов о том, как они понимают тот или иной физический процесс, просить объяснять изучаемое явление, обращаясь к студентам индивидуально. Каждые 20 минут прерывать лекцию на практическое задание. Практическое задание может включать в себя работу с разделом учебника или со свежими научными статьями. Студентам дается время на самоподготовку после чего представляется доклад на 5 минут.

Самостоятельная работа должна включать следующие виды деятельности: проработка лекционного материала; изучение по учебникам, статьям, видеоматериалам; подготовку к семинарам, практическим занятиям, лабораторным работам; подготовку докладов, выполнение практических.

При работе с практическими заданиями, выполняемыми в программных комплексах, обращать внимание студентов на связь ранее пройденной теории с проводимыми расчетами.

Тестирование знаний рекомендуется проводить на интерактивных платформах, например quizziz.com.

При подготовке учебных материалов может быть рекомендована следующая литература:

1. Физическое материаловедение [Текст] : в 8-ми т. / ред. Б. А. Калинин. - 3-е изд., перераб. - Москва : НИЯУ МИФИ.Т.1 : Физика твердого тела / Г. Н. Елманов, А. Г. Залужный, В. И. Скрытний [и др.]. - [Б. м.], 2021. - 762 с. - ISBN 978-5-7262-2725-2.

2. Физическое материаловедение [Текст] : в 8-ми т. / ред. Б. А. Калинин. - 3-е изд., перераб. - Москва : НИЯУ МИФИ.Т.5 : Материалы с заданными свойствами / М. И. Алымов, М. А. Андрианова, Г. Н. Елманов [и др.]. - [Б. м.], 2021. - 698 с. - ISBN 978-5-7262-2729-0.

3. Елманов, Г.Н. Физические свойства металлов и сплавов [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г. Н. Елманов, М. Г. Исаенкова, Е. А. Смирнов. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. - ISBN 978-5-7262-1835-9.

4. Петрова Л.Г., Потапов М.А., Чудина О.В. Электротехнические материалы: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). – М., 2008. - 198 с.

Полезные видеоматериалы:

https://www.youtube.com/watch?v=qT2U_pusl1A

<https://www.youtube.com/watch?v=u36QpPvEh2c>

<https://www.youtube.com/watch?v=i83sLGRSetE&t=2s>

<https://www.youtube.com/watch?v=Vvhpjd4ZNg0>

<https://www.youtube.com/watch?v=4BYqokecDIs>

<https://www.youtube.com/watch?v=NtPc0jI21i0>

<https://www.youtube.com/watch?v=bMSXQhra6hY>

<https://www.youtube.com/watch?v=OMGdSCaMVD0>

<https://www.youtube.com/watch?v=IcrBqCFLHIY>

<https://www.youtube.com/watch?v=UJ8XW9AgUrw>

<https://www.youtube.com/watch?v=Bu52CE55BN0>

<https://www.youtube.com/watch?v=wI-qAxKJoSU>

Автор(ы):

Бачурина Диана Михайловна