

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галуни́н Серге́й Алекса́ндрович
Должность: Директор департамента образования
Дата подписания: 02.06.2021 16:00:46
Уникальный программный ключ:
1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb3e3965cc608e7c05b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный Электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

С.А. Галуни́н
«30» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

по профилю

«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

старший преподаватель



А.П. Мартынов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭТПТ
23.09.2020, протокол № 8

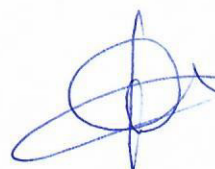
Заведующий кафедрой ЭТПТ
к.т.н., доцент



С.А. Галунин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 30.09.2020, протокол № 2

Председатель УМК ФЭА
к.т.н., доцент



Ю.В. Сентябрьев

Согласовано:

Начальник ОМОЛА



О.В. Загороднюк

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	ЭТПТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	2
Семестр	4
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	120
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	60
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	2

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

В рамках дисциплины студенты изучают физическую сущность явлений и процессов, происходящих в материалах в различных условиях эксплуатации. Представлены зависимости между составом, строением и свойствами электротехнических и конструкционных материалов, применяемых в современной аппаратуре. Обсуждаются основные группы электротехнических и конструкционных материалов, их свойства, характеристики и области применения.

SUBJECT SUMMARY

«ELECTRO-TECHNICAL MATERIALS SCIENCE»

In the course students learn the physical essence of the phenomena and processes occurring in the materials in different operating conditions. The dependence between composition, structure and properties of electro-technical & constructional materials used in modern equipment is presented. The main groups of electro-technical and constructional materials, their properties, characteristics and fields of application are discussed.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение физических закономерностей, определяющих свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации во взаимосвязи с конкретными применениями в компонентах и устройствах электротехнического, электроэнергетического и конструкционного назначения. Умение правильно выбрать электротехнические материалы для применения в компонентах и устройствах электротехнического и электроэнергетического назначения с учетом требований технологичности и стоимости, а также влияния внешних факторов на характеристики материалов и устройств на их основе;
2. Формирование знаний об основных свойствах и применении электро-технических материалов.
3. Овладение навыками обработки и анализа результатов экспериментальных исследований электрофизических свойств материалов.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Химия»
2. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Электрические машины»
2. «Проектирование электронных устройств»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-4	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
<i>ПК-4.3</i>	<i>Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований электрофизических свойств материалов</i>
ПК-6	Готов участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
<i>ПК-6.4</i>	<i>Умеет правильно выбрать электротехнические материалы для применения в компонентах и устройствах электротехнического и электроэнергетического назначения с учетом требований технологичности и стоимости</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2				
2	Тема 1. Основные сведения о строении материалов	4				8
3	Тема 2. Проводниковые материалы	10	0	8		12
4	Тема 3. Полупроводниковые материалы	10	0	10		12
5	Тема 4. Диэлектрические материалы	8	0	8		12
6	Тема 5. Магнитные материалы	8	0	8		8
7	Тема 6. Конструкционные материалы	8	34	0		8
8	Заключение	1			1	
	Итого, ач	51	34	34	1	60
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Структура и содержание дисциплины. Вклад отечественных ученых в развитие материаловедения. Значение электротехнических материалов в электротехнике. Современное состояние конструкционного материаловедения. Классификация материалов по агрегатному состоянию, внутреннему строению, химическому составу, электрофизическим и магнитным свойствам и функциональному назначению. Природные, искусственные и синтетические материалы.
2	Тема 1. Основные сведения о строении материалов	Особенности строения твердых тел. Виды химической связи. Влияние типа связи на структуру и свойства материалов. Монокристаллы, анизотропия их свойств. Элементы структурной кристаллографии. Дефекты кристаллической структуры. Поликристаллы, аморфные и стеклообразные вещества. Полимеры. Твердые растворы и многофазные материалы. Элементы зонной теории твердых тел.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Проводниковые материалы	<p>Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Влияние примесей на электропроводность металлов. Электрические свойства металлических сплавов. Сопротивление проводников на высоких частотах. Сопротивление тонких металлических пленок. Контактная разность потенциалов и термо-э.д.с. в проводниках. Термопары. Тепловые свойства металлов.</p> <p>Классификация и основные свойства проводниковых материалов. Металлы высокой проводимости (медь, алюминий), их основные свойства и области применения. Сверхпроводники, основные характеристики и техническое применение. Сплавы высокого сопротивления (манганин, константан, нихром). Металлы специального назначения. Припои (мягкие и твердые). Материалы для подвижных контактов. Неметаллические проводниковые материалы.</p>
4	Тема 3. Полупроводниковые материалы	<p>Собственные и примесные полупроводники. Температурная зависимость концентрации носителей заряда. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Влияние температуры на удельную проводимость. Фотопроводимость полупроводников. Контактные явления.</p> <p>Классификация полупроводниковых материалов. Методы получения сверхчистых полупроводников. Германий и кремний, основные свойства и области применения. Полупроводниковые химические соединения и твердые растворы на их основе, свойства и применение.</p>
5	Тема 4. Диэлектрические материалы	<p>Поляризация диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Потери энергии в диэлектриках. Виды пробоя диэлектриков. Классификация диэлектрических материалов по физико-химическим свойствам и функциональному назначению. Электроизоляционные материалы (полимеры, резины, пластмассы, пропиточные лаки, компаунды). Классы нагревостойкости электроизоляционных материалов. Электротехническая керамика. Неорганические стекла. Сегнетоэлектрики. Жидкие кристаллы.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Тема 5. Магнитные материалы	Классификация материалов по магнитным свойствам. Намагничивание ферромагнетиков. Магнитные потери. Влияние температуры и частоты на свойства магнитных материалов. Классификация магнитных материалов по свойствам и техническому применению. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных полей (электротехническая сталь, пермаллой). Высокочастотные магнитомягкие материалы (ферриты, магнитодиэлектрики). Магнитотвердые материалы, свойства и особенности применения. Постоянные магниты. Материалы для записи и хранения информации.
7	Тема 6. Конструкционные материалы	Механические свойства материалов. Процесс кристаллизации и фазовые превращения в сплавах. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов. Способы упрочнения металлов и сплавов. Сплавы на основе меди. Латунь, бронзы, свойства и применение. Сплавы на основе алюминия. Дуралюмины. Силумины. Неметаллические конструкционные материалы. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе.
8	Заключение	Тенденции и направления развития современного электротехнического и конструкционного материаловедения.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование электрических свойств проводниковых материалов	8
2. Исследование электрических свойств полупроводниковых материалов	10
3. Исследование свойств конденсаторных материалов	4
4. Исследование свойств сегнетоэлектрических материалов	4
5. Исследование свойств металлических ферромагнитных материалов	8
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Геометрия кристаллических решеток.	8
2. Изучение диаграмм равновесного состояния.	10

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
3. Задачи на использование диаграмм равновесного состояния при фазовом и структурном анализе.	10
4. Микроструктуры термически обработанной и цементированной стали.	6
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденно-

го материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	4
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	6
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	8
ИТОГО СРС	60

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Погодин, Алексей Андреевич. Электроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Погодин, 2014. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
2	Погодин, Алексей Андреевич. Электроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Погодин, 2009. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Браммер, Юрий Александрович. Импульсные и цифровые устройства [Текст] : Учеб. для сред. спец. электрорадиоприборостроит. учеб. заведений / Ю.А. Браммер, И.Н. Пашук, 2003. -351 с.	50
4	Электроника [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) ”ЛЭТИ”, 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Бескид, Павел Павлович. Электроника [Текст] : Учеб. пособие / П.П.Бескид, А.А.Погодин, Ю.Л.Филимонов, 1998. -157 с.	108
2	Гусев, Владимир Георгиевич. Электроника [Текст] : учеб. пособие для приборостроит. специальностей вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев, 1982. - 495 с.	58

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	http://www.materialscience.ru
2	http://metall-2006.narod.ru/metall_slaid_lekcia.html
3	http://materialscience.ru/lectures/lectures_materialoved.htm
4	Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики. [Электронный ресурс] / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон, дан. — СПб. : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/67462
5	Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы. [Электронный ресурс] / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. — Электрон, дан. — СПб. : Лань, 2009. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/300 — Загл. с экрана

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Электротехническое материаловедение» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты, защитившие все лабораторные работы, написавшие на положительную оценку контрольную работу и посетившие не менее 80% занятий.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Материалы для производства магнитопроводов, их получение и области применения.
2	Изменение свойств полупроводников с ростом температуры
3	Влияние примесей на свойства полупроводников
4	Магнитные свойства металлов
5	Технологии получения полупроводниковых материалов
6	Технологии термообработки металлов
7	Электроизоляционные материалы
8	Огнеупорные материалы
9	Теплоизоляционные материалы

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Электротехническое материаловедение ФЭА

1. Материалы для производства магнитопроводов, их получение и области применения.
2. Изменение свойств полупроводников с ростом температуры.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.А.Галунин

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Вопросы к коллоквиуму 1:

1. Что определяет температурный коэффициент удельного сопротивления материала?
2. Как изменяются показания термоЭДС металлов при понижении температуры холодного спая?
3. Какую легирующую примесь используют для получения кремния *n*-типа?
4. Что такое точка Кюри?
5. Что соответствует основной кривой намагничивания магнитного материала?

Вопросы к коллоквиуму 2:

1. Что определяет температурный коэффициент линейного расширения материала?
2. Для чего в состав пермаллоев вводится кремний?
3. Какие виды поляризации диэлектриков Вы знаете?
4. Какие потери в диэлектриках становятся преобладающими при высоких температурах?
5. Как изменяется удельное сопротивление металлов при термической закалке?

Пример задачи на практических занятиях

Используя С-образные диаграммы и диаграммы состояния, определить структурный состав стали Ст5 при ее нагреве до 800 градусов и охлаждении со скоростью 100 градусов в сек.

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 3. Полупроводниковые материалы	
2		
3		
4		
5		
6		
7		Коллоквиум
8	Заключение	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Электротехническое материаловедение» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После выполнения всех лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 15 неделе, на котором осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах (до 3 человек). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально

в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Защита лабораторных работ проводится в форме коллоквиумов. Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Студент представляет отчет по лабораторной работе, преподаватель проверяет правильность выполнения работы, задает дополнительные вопросы для проверки самостоятельности выполнения работы и степени понимания (глубины освоения) студентом предмета. Если студент показывает достаточный уровень знаний, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

На практических занятиях студенты исследуют свойства материалов по табличным и графическим данным.

Каждый студент обязан за семестр решить как минимум одну практическую задачу.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая либо маркерная доска, проектор, компьютер.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Adobe Acrobat Reader DC; 4) FastStone Image Viewer; 5) Видеопроигрыватель (Windows Media Player, VLC media player или другой); 6) ZOOM; 7) Skype.
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, твердомеры, металлографические микроскопы, мультиметры, измерители RLC, ИК термометр/пирометр, тепловизор.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая либо маркерная доска, проектор, компьютер.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Adobe Acrobat Reader DC; 4) FastStone Image Viewer; 5) Видеопроигрыватель (Windows Media Player, VLC media player или другой); 6) ZOOM; 7) Skype.

Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Adobe Acrobat Reader DC; 4) Браузер (Internet explorer 11 и выше, Google Chrome, Opera, Vivaldi или другой)
------------------------	--------------------------------------	--	--

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА