

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.22** Электротехническое и конструкционное материаловедение

Учебный план: ФГОС3++b130302Ц-2\_23-14.plx

Кафедра: 22 Материаловедения и технологии машиностроения

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Цифровое управление электрическими системами и машинами  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
3	УП	34	17	20,75	0,25	Зачет
	РПД	34	17	20,75	0,25	
Итого	УП	34	17	20,75	0,25	
	РПД	34	17	20,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

Кандидат химических наук, заведующий кафедрой  
старший преподаватель

Евдокимов А.Н.

Жукова М.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой материаловедения и  
технологии машиностроения

Евдокимов А.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области электротехнического и конструкционного материаловедения в зависимости свойств материалов от их электронного строения, структуры и предыстории обработки.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Продемонстрировать особенности влияния электронного строения и состава материала на технологические и эксплуатационные характеристики.

Рассмотреть материаловедческие аспекты выбора материала исходя из условий его службы.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Физика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-5 : Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности**

**Знать:** области применения, свойства и характеристики конструкционных материалов, применяемых в объектах профессиональной деятельности, электротехнических материалов, применяемых в области профессиональной деятельности; основные методы исследования свойств и характеристик конструкционных материалов, электротехнических материалов

**Уметь:** выбирать электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности

**Владеть:** методами испытаний и оценки оборудования, материалов и процессов, используемых в производстве

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Общая теория материаловедения	3					О,К
Тема 1. Атомно-кристаллическое строение металлов Сведения о внутреннем строении, дефектах и свойствах материалов. Типы кристаллических решеток металлов. Полиморфизм. Анизотропия		3	2	2	ГД	
Тема 2. Фазово-структурный состав сплавов Закономерности кристаллизации материалов. Термины теории сплавов: компонент, система, фаза, структура. Типовые диаграммы состояния: сплавов-механических смесей, твердых растворов, с ограниченной растворимостью компонентов, с химическим соединением, с полиморфным превращением. Правило фаз. Правило отрезков. Эвтектика. Эвтектоид. Связь свойств сплавов с видом диаграмм состояний компонентов.		3	5	2		
Раздел 2. Черные металлы и сплавы						
Тема 3. Железо и сплавы на его основе Диаграмма состояния сплавов железо – цементит. Фазы. Фазовые превращения. Структуры сталей и чугунов. Углеродистые стали. Технологические добавки и вредные примеси. Классификация углеродистых сталей по качеству, содержанию углерода и назначению. Принципы маркировки углеродистых сталей. Классификация серых чугунов по форме графитных включений и металлической основе. Маркировка серых чугунов. Свойства.		4	5	2		
Тема 4. Углеродистые конструкционные и инструментальные стали Влияние содержания углерода на механические свойства сталей. Влияние примесей на свойства сталей. Классификация углеродистых сталей по способу производства и качеству.	3	1	2			

<p>Тема 5. Общие принципы легирования сталей Взаимодействие легирующих элементов с азотом и углеродом. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Влияние легирующих элементов на технологические и эксплуатационные свойства сталей.</p>	3	1	1		
<p>Тема 6. Стали специального назначения. Стали с особыми свойствами. Стали специального назначения: коррозионно-стойкие стали, жаропрочные стали, теплоустойчивые и окалиностойкие стали. Стали с особыми свойствами: электротехнические стали, шарикоподшипниковые стали, стали и сплавы с памятью формы.</p>	1	3	3		
<p>Раздел 3. Цветные технические и проводниковые металлы и сплавы. Инструментальные материалы. композиты</p>					
<p>Тема 7. Сплавы на основе меди, алюминия и титана. Медь и ее свойства. Области применения чистой меди. Сплавы на основе меди: латуни и бронзы, их применение для изготовления электротехнической и конструкционной продукции. Алюминий и его свойства. Алюминиевые сплавы: деформируемые, не упрочняемые термической обработкой; литейные и ковочные. Марки, составы свойства, области применения. Титан. Свойства титана. Газонасыщение титана. Титановые сплавы. Составы. Свойства. Области применения.</p>	3		2		0
<p>Тема 8. Инструментальные материалы. Композиционные материалы. Требование предъявляемые к инструментальным материалам. Быстрорежущие стали, твердые сплавы на основе карбидов, нитридов, боридов и оксидов. Понятие о связующем и наполнителем. Армирующие свойства наполнителей. Применение пластиков и композиционных материалов в электротехническом и конструкционном машиностроении.</p>	2		1		
<p>Раздел 4. Магнитные материалы</p>					0

Тема 9. Основные магнитные характеристики материалов Основные магнитные характеристики материалов: магнитная индукция, напряженность магнитного поля. Магнитный гистерезис. Разделение материалов на магнитомягкие и магнитотвердые.	2		1	ГД	
Тема 10. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы Магнитомягкие материалы. Назначение магнитомягких материалов, требования к ним. Углеродистые и легированные стали мартенситной структуры. Высококоэрцитовые сплавы. Сплавы на основе редкоземельных металлов.	2		1		
Тема 11. Магнитодиэлектрики, ферриты Магнитодиэлектрики. Ферриты. Состав, свойства ферритов. Технология получения ферритов. Магнитомягкие ферриты.	2		1		
Раздел 5. Проводниковые материалы					
Тема 12. Проводниковые металлы и сплавы. Явление сверхпроводимости. Проводниковые металлы и сплавы . Проводниковый алюминий. Проводниковое железо. Проводниковая медь. Сверхпроводимость. Влияние температуры на электрическое сопротивление сверхпроводимых материалов. Эффект Мейснера. Достоинства сверхпроводников.	3		1	ГД	О
Тема 13. Технология сверхпроводящих материалов Сверхпроводящие материалы. Технология изготовления сверхпроводящих материалов. Достоинства и недостатки сверхпроводящих материалов. Перспектива использования сверхпроводящих материалов.	3		1,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	20,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		51,25	20,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-5	1) Демонстрирует научный подход к выбору оборудования для изготовления электротехнических конструкций 2) Объясняет целесообразность выбора конструкционных материалов 3) Знаком с новейшими методами испытаний и оценки оборудования, материалов и процессов, используемых в производстве.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных физических законов, законов физики твердого тела и химизма твердофазных превращений, их влияние на технологические и эксплуатационные свойства материалов и значение этих величин. Ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу. Допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора оптимальных температурно-временных режимов термической и химико-термической обработки материалов, умение правильно рассчитать фазовый состав исходных и конечных продуктов. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы, законы физики твердого тела и химизма твердофазных превращений, их влияния на технологические и эксплуатационные свойства материалов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, не способен правильно рассчитать фазовый состав исходных и конечных продуктов, назначить выбор температурно-временных режимов, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Пассивирующиеся и не пассивирующиеся металлы.
2	Коррозионностойкие сплавы цветных металлов.
3	Коррозионностойкие стали.
4	Катодные покрытия. Анодные покрытия

5	Сплавы с регламентируемым температурным коэффициентом линейного расширения
6	Сверхпроводящие материалы.
7	Сверхпроводимость. Влияние температуры на электрическое сопротивление сверхпроводимых материалов.
8	Проводниковые металлы и сплавы
9	Сплавы на основе редкоземельных металлов.
10	Магнитомягкие ферриты.
11	Ферриты. Состав, свойства ферритов. Технология получения ферритов.
12	Магнитодэлектрики.
13	Кремнистая электротехническая сталь.
14	Магнитомягкие материалы. Назначение магнитомягких материалов, требования к ним.
15	Разделение материалов на магнитомягкие и магнитотвердые.
16	Основные магнитные характеристики материалов: магнитная индукция, напряженность магнитного поля.
17	Магний и его свойства. Литейные и деформируемые сплавы магния. Термическая обработка. Механические свойства магниевых сплавов.
18	Литейные алюминиевые сплавы. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
19	Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия. Классификация алюминиевых сплавов. Марки. Состав. Термическая обработка. Свойства.
20	Титан и его свойства. Титановые сплавы. Классификация титановых сплавов. Термическая обработка титановых сплавов. Механические свойства.
21	Бронзы литейные и деформируемые. Принципы маркировки. Примеры марок бронз. Термическая обработка. Механические свойства.
22	Литейные латуни. Принципы маркировки. Области применения.
23	Латуни. Деформируемые латуни. Состав. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
24	Медь и ее свойства. Области применения. Классификация и маркировка медных сплавов. Области применения медных сплавов.
25	Коррозионно-стойкие стали. Влияние легирующих элементов. Хромистые и хромоникелевые стали. Межкристаллитная коррозия.
26	Износостойкие стали, типы износостойких сталей.
27	Быстрорежущие стали, назначение, показатели свойств, термическая обработка.
28	Штамповые стали. Стали для холодной и горячей штамповки. Термическая обработка. Марки сталей.
29	Инструментальные материалы высокой твердости: металллокерамические, их маркировка; минералокерамические режущие инструментальные материалы.
30	Основные критерии жаропрочности и жаростойкости. Примеры легированных жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов. Области их применения.
31	Основные легирующие элементы, обеспечивающие жаростойкость и жаропрочность сталей. Методы оценки жаростойкости и жаропрочности сталей.
32	Качественные и высококачественные углеродистые инструментальные стали.
33	Основные принципы маркировки конструкционных углеродистых и конструкционных легированных сталей.
34	Влияние содержания серы и фосфора на механические характеристики конструкционных сталей.
35	Качественные и высококачественные углеродистые конструкционные стали. Маркировка, области применения.
36	Углеродистые стали обыкновенного качества. Принципы маркировки. Области применения.
37	Специальные легированные стали: автоматные, электротехнические, быстрорежущие, износостойкие
38	Легированные стали, маркировка легированных инструментальных и конструкционных сталей.
39	Волочение, изготовление проволоки.
40	Улучшение стали.
41	Отпуск стали. Разновидности отпуска. Процессы, происходящие в закаленной стали при отпуске. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
42	Нормализация стали. Определение температуры нагрева и скорости охлаждения. Области применения нормализации.
43	Способы закалки сталей.
44	Отжиг. Виды отжига. Определение температуры нагрева для отжига стали по диаграмме железо-углерод.
45	Неравновесные структуры в сталях.
46	Серые чугуны. Разновидности. Маркировка серых чугунов. Форма графита. Металлическая основа - виды. Свойства.



47	Чугуны. Виды чугунов. Свойства чугунов. Классификация чугунов.
48	Способы производства чугуна. Исходное сырье, основные параметры процесса доменной выплавки чугуна.
49	Классификация углеродистых сталей по качеству и назначению. Маркировка углеродистых сталей.
50	Способы производства стали. Мартеновский, конверторный, электростали. Достоинства и недостатки процессов.
51	Классификация сталей – основные способы классификации.
52	Скрытые примеси в сталях. Специальные примеси в сталях. Очистка сталей от вредных примесей.
53	Постоянные примеси в сталях. Происхождение примесей в сталях. Очистка сталей от вредных примесей.
54	Влияние содержания углерода на свойства сталей.
55	Диаграмма состояния железо-углерод /железо-цементит/. Равновесные фазы. Области сталей и чугунов. Правило фаз. Правило отрезков.
56	Зависимость показателей свойств сплавов от вида диаграмм состояния /Закон Н.С. Курнакова/.
57	Диаграмма состояния сплавов с химическим соединением. Фазы. Структуры.
58	Диаграмма состояний сплавов с ограниченной растворимостью компонентов. Фазы и структуры.
59	Диаграмма состояний сплавов механических смесей. Фазы. Структуры.
60	Диаграмма состояний сплавов с неограниченной /полной/ растворимостью компонентов. Фазы. Структуры.
61	Правило фаз Гиббса, отличие правила фаз для твердофазных систем. Правило рычага и правило отрезков.
62	Макроскопический и микроскопический анализ материалов. Возможности и назначение.
63	Основные свойства материалов: прочность, твердость, ударная вязкость, усталостная прочность.
64	Несовершенства кристаллического строения (дефекты кристаллической структуры). Их типы и влияние на показатели свойств металлов и неметаллов.
65	Полиморфизм. Анизотропия. Магнитные превращения.
66	Металлы, как основные конструкционные материалы. Понятие кристаллического строения вещества, элементарная ячейка, основные типы кристаллических решеток, параметры элементарной ячейки.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№1

Расшифровать указанные марки:

У10А

18ХГТ

Р9

СЧ10

Т15К6

№2

1. Нарисовать диаграмму состояния сплавов, с неограниченной растворимостью компонентов

2. Указать во всех областях диаграммы фазовый состав.

3. Указать во всех областях диаграммы структурный состав.

4. Для сплава с содержанием 20% В:

- определить состав фаз в сплаве для любой точки между ликвидусом и солидусом;

-определить количество каждой из фаз для той же точки.

№ 3

1. Нарисовать диаграмму состояния сплавов, с неограниченной растворимостью компонентов

2. Указать во всех областях диаграммы фазовый состав.

3. Указать во всех областях диаграммы структурный состав.

4. Для сплава с содержанием 20% В.

а. построить кривую охлаждения данного сплава и указать происходящие при охлаждении превращения во всем температурном интервале охлаждения от температуры плавления до комнатной;

5. Указать самый тугоплавкий сплав или компонент.

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 40 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Солнцев, Ю. П., Пряхин, Е. И., Солнцева, Ю. П.	Материаловедение	Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/97813.html">http://www.iprbookshop.ru/97813.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Г.Н. Теплухин, В.Г. Теплухин, И.В. Теплухина	Материаловедение [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	<a href="http://nizrp.narod.ru/materialovedenie.htm">http://nizrp.narod.ru/materialovedenie.htm</a>
А.В. Гропянов [и др.]	Материаловедение [Текст]: учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным занятиям	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaftmim/9_5.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaftmim/9_5.pdf</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронная библиотечная система IPR Books [Электронный ресурс].  
<http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД [Электронный ресурс].  
URL: <http://www.nizrp.narod.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
A-303	Интерактивный компьютерный-видео-мультимедиа комплекс для микроанализа металлов и сплавов; установка определения критических точек сплавов; установка определения радиального биения зубчатых колес; твердомер Роквелла.
A-307	Металлоисследовательский микроскоп; набор учебного мерительного инструмента.