

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.23**

Материаловедение, технологии конструкционных материалов

Учебный план: ФГОС3++b130301Ц-2\_23-14.plx

Кафедра: 22 Материаловедения и технологии машиностроения

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Цифровые энергосистемы и комплексы

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	Лаб. занятия				
3	УП	34	17	17	75,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34	17	17	75,75	0,25	4	
Итого	УП	34	17	17	75,75	0,25	4	
	РПД	34	17	17	75,75	0,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143

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

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области технических материалов, способах их получения, формирования заготовок и деталей, о зависимости свойств материалов от их строения, о способах достижения оптимальных свойств, о зависимости свойств от условий эксплуатации.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть материаловедческие аспекты рационального выбора конструкционных материалов исходя из условий эксплуатации.
- Раскрыть принципы научного подхода к выбору материалов для изготовления тепловых энергоаппаратов и конструкций в ЦБП.
- Продемонстрировать особенности влияния зависимости химического состава, фазовой структуры материала на его технологические и эксплуатационные характеристики.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Математика

Физика

Химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач**

**Знать:** основные классы современных материалов, их наиболее важные характеристики и области применения; взаимосвязь физико-механических свойств материалов с их химическим составом и структурой; физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них при воздействии различных факторов

**Уметь:** оценивать и прогнозировать внутренние процессы и поведение материалов при изменении параметров окружающей среды (температуры, давления и т.п.); назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств материалов, обеспечивающих надежность продукции.

**Владеть:** методами исследования структуры, определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов; навыками правильного выбора материалов и способов их обработки для получения изделий с требуемыми характеристиками.

### 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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Общая теория материаловедения	3						Л
Тема 1. Атомно-кристаллическое строение металлов Сведения о внутреннем строении, дефектах и свойствах материалов. Типы кристаллических решеток металлов. Полиморфизм. Анизотропия Лабораторная работа №1 Измерение твердости материалов		2		2	3	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. Лабораторная работа №2 Макроскопический и микроскопический анализы металлов Лабораторная работа №3 Определение критических точек Лабораторная работа №4 Структуры сплавов свинец-сурьма		3	4	6	8		
Раздел 2. Железо и сплавы на его основе							
Тема 3. Диаграмма состояния сплавов железо – цементит. Диаграмма состояния сплавов железо – цементит. Фазы. Фазовые превращения.		6	4		4	К,Л,О	

<p>Тема 4. 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. Лабораторная работа №5 Диаграмма состояния сплавов железо-цементит</p>	4		2	5		
<p>Тема 5. Деформация и термическая обработка металлических материалов. Деформация металлических материалов. Наклеп. Определение понятия термической обработки. Смягчающая и упрочняющая термическая обработка. Отжиг и нормализация. Виды отжига. Цели отжига. Закалка стали. Полная и не полная закалка. Критическая скорость закалки. Зависимость структуры стали от скорости охлаждения из аустенитного состояния. Прокаливаемость и закаливаемость. Отпуск. Виды отпуска. Зависимость структуры и свойств стали от температуры отпуска. Химико-техническая обработка стали. Лабораторная работа №6 Структуры отожженных сталей Лабораторная работа №7 Структуры закаленных сталей Лабораторная работа №8 Структуры серых чугунов</p>	5		6	8		
<p>Тема 6. Общие сведения о легированных сталях. Недостатки углеродистых сталей и преимущества легированных. Взаимодействие легирующих элементов с углеродом. Влияние легирующих элементов на полиморфные превращения, превращение переохлажденного аустенита, прокаливаемость. Классификация легированных сталей. Маркировка. Жаропрочность и окалиностойкость. Критерии жаропрочности: длительная прочность, ползучесть. Влияние легирующих элементов на жаропрочность и окалиностойкость. Теплоустойчивые, жаропрочные и окалиностойкие стали. Жаропрочные сплавы. Составы. Свойства. Области применения.</p>	4	2		10		

<p>Тема 7. Конструкционные стали общего назначения  Конструкционные стали общего назначения: улучшаемые, пружинные, подверженные поверхностному упрочнению, строительные. Марки. Свойства. Применение.</p>	2	0,5		8		
<p>Тема 8. Конструкционные стали специального назначения  Жаропрочность и окалиностойкость. Критерии жаропрочности: длительная прочность, ползучесть. Влияние легирующих элементов на жаропрочность и окалиностойкость. Теплоустойчивые, жаропрочные и окалиностойкие стали. Жаропрочные сплавы. Составы. Свойства. Области применения.</p>	1	2		8		
<p>Тема 9. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами  Коррозионно-стойкие стали. Марки. Назначение. Свойства. Новые металлические материалы. Мартенистостареющие стали. Сплавы памяти формы.</p>	2			6		
<p>Раздел 3. Цветные металлы и сплавы, инструментальные материалы, композиционные материалы</p>						
<p>Тема 10. Тяжелые цветные металлы  Медь и ее свойства. Область применения. Сплавы меди. Принципы маркировки медных сплавов. Латунь. Классификация латуней по структуре. Деформируемые и литейные латуни. Марки латуней, составы, свойства. Применение латуней. Бронзы. Виды бронз: оловянистые, алюминиевые, сложного химического состава. Литейные и деформируемые бронзы. Марки, составы, свойства, области применения. Антифрикционные сплавы. Классификация.</p>	2	0,5		6		О,Л

Тема 11. Легкие цветные металлы Титан. Свойства титана. Газонасыщение титана. Титановые сплавы. Составы. Свойства. Области применения. Алюминий и его свойства. Алюминиевые сплавы: деформируемые, не упрочняемые термической обработкой; литейные и ковочные. Марки, составы свойства, области применения. Магний и его свойства. Магниевые сплавы. Литейные и деформируемые магниевые сплавы. Марки, составы, свойства, области применения.	1			5		
Тема 12. Инструментальные материалы, композиционные материалы Требования предъявляемые к инструментальным материалам. Классификация и маркировка инструментальных материалов. Углеродистые и низколегированные стали. Быстрорежущие стали. Твердые сплавы. Составы, термическая обработка инструментальных материалов. Композиционные материалы. Лабораторная работа №9 Структуры быстрорежущих сталей	2		1	4,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	13	17	75,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		68,25		75,75		

#### 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-2	1) Демонстрирует знания свойств материалов. 2) Объясняет целесообразность выбора конструкционного материала 3) Оценивает новейшие методы испытаний и оценки оборудования, материалов и процессов, используемых в теплотехнологии	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	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

	величин. Ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу. Допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы билета и дополнительные вопросы преподавателя.	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	Влияние материала и объемной доли пор на области применения порошковых материалов.
2	Композиционные материалы. Матрица и наполнитель. Свойства композитов. Применение композитов.
3	Порошковая металлургия. Порошковые материалы, понятие пористости.
4	Неметаллические материалы. Основные виды. Пластмассы, их классификация, составы, области применения.
5	Коррозионно-стойкие стали. Влияние легирующих элементов. Хромистые и хромоникелевые стали. Межкристаллитная коррозия.
6	Котельные стали.
7	Износостойкие стали, типы износостойких сталей.
8	Быстрорежущие стали, назначение, показатели свойств, термическая обработка.
9	Штамповые стали. Стали для холодной и горячей штамповки. Термическая обработка. Марки сталей.
10	Инструментальные материалы высокой твердости: металлокерамические, их маркировка; минералокерамические режущие инструментальные материалы.
11	Магний и его свойства. Литейные и деформируемые сплавы магния. Термическая обработка. Механические свойства магниевых сплавов.
12	Высокопрочные алюминиевые сплавы. Марки. Состав. Термическая обработка. Механические свойства.
13	Деформируемые алюминиевые сплавы. Классификация. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
14	Литейные алюминиевые сплавы. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
15	Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия. Классификация алюминиевых сплавов. Марки. Состав. Термическая обработка. Свойства.
16	Титан и его свойства. Титановые сплавы. Классификация титановых сплавов. Термическая обработка титановых сплавов. Механические свойства.
17	Бронзы литейные и деформируемые. Принципы маркировки. Примеры марок бронз. Термическая обработка. Механические свойства.
18	Литейные латуни. Принципы маркировки. Области применения.
19	Латуни. Деформируемые латуни. Состав. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
20	Медь и ее свойства. Области применения. Классификация и маркировка медных сплавов. Области применения медных сплавов.



21	Волочение, изготовление проволоки.
22	Прокатка сталей, способы и их назначение.
23	Химико-термическая обработка. Нитроцементация и поверхностная металлизация.
24	Химико-термическая обработка. Азотирование. Стали, подвергаемые азотированию.
25	Химико-термическая обработка. Цементация. Стали, подвергаемые цементации. Структура и свойства цементованного слоя. Окончательная термическая и механическая обработка стали после цементации
26	Улучшение стали. Какие стали являются улучшаемыми.
27	Отпуск стали. Разновидности отпуска. Процессы, происходящие в закаленной стали при отпуске. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
28	Отпуск стали. Процессы, проходящие в закаленной стали при отпуске. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
29	Отпуск стали. Назначение. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
30	Нормализация стали. Определение температуры нагрева и скорости охлаждения. Области применения нормализации.
31	Способы закалки сталей.
32	Среды для нагрева и охлаждения сталей при их закалке.
33	Полная закалка стали.
34	Неполная закалка стали. Области применения. Выбор температуры нагрева и скорости охлаждения.
35	Закалка стали. Выбор температуры нагрева и скорости охлаждения для закалки. Критическая скорость закалки. Структура закаленной стали. Закаливаемость и прокаливаемость стали.
36	Отжиг первого и второго рода. Температурные условия. Области применения.
37	Отжиг. Виды отжига. Определение температуры нагрева для отжига стали по диаграмме железо-углерод.
38	Неравновесные структуры в сталях.
39	Преобразование переохлажденного аустенита в стали. Продукты превращения переохлажденного аустенита и их свойства.
40	Критические точки стали.
41	Наклеп и рекристаллизация. Определение температуры рекристаллизации железа и других металлов.
42	Серые чугуны. Разновидности. Маркировка серых чугунов. Форма графита. Металлическая основа - виды. Свойства.
43	Чугуны. Виды чугунов. Свойства чугунов. Классификация чугунов.
44	Способ производства чугуна. Исходное сырье, основные параметры процесса доменной выплавки чугуна.
45	Специальные легированные стали: автоматные, электротехнические, быстрорежущие, износостойкие
46	Легированные стали, маркировка легированных инструментальных и конструкционных сталей.
47	Легированные стали, обозначение легирующих элементов
48	Основные критерии жаропрочности и жаростойкости. Примеры легированных жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов. Области их применения.
49	Основные легирующие элементы, обеспечивающие жаростойкость и жаропрочность сталей. Методы оценки жаростойкости и жаропрочности сталей.
50	Качественные и высококачественные углеродистые инструментальные стали.
51	Основные принципы маркировки конструкционных углеродистых и конструкционных легированных сталей.
52	Влияние содержания серы и фосфора на механические характеристики конструкционных сталей.
53	Качественные и высококачественные углеродистые конструкционные стали. Маркировка, области применения.
54	Углеродистые стали обыкновенного качества. Принципы маркировки. Области применения.
55	Классификация углеродистых сталей по качеству и назначению. Маркировка углеродистых сталей.
56	Способы производства стали. Мартеновский, конверторный, электростали. Достоинства и недостатки процессов.
57	Классификация сталей – основные способы классификации.
58	Скрытые примеси в сталях. Специальные примеси в сталях. Очистка сталей от вредных примесей.
59	Постоянные примеси в сталях. Происхождение примесей в сталях. Очистка сталей от вредных примесей.
60	Влияние содержания углерода на свойства сталей.
61	Диаграмма состояния железо-углерод /железо-цементит/. Равновесные фазы. Области сталей и чугунов. Правило фаз. Правило отрезков.
62	Зависимость показателей свойств сплавов от вида диаграмм состояния /Закон Н.С. Курнакова/.
63	Диаграмма состояния сплавов с химическим соединением. Фазы. Структуры.

64	Диаграмма состояний сплавов с ограниченной растворимостью компонентов. Фазы и структуры.
65	Диаграмма состояний сплавов механических смесей. Фазы. Структуры.
66	Диаграмма состояний сплавов с неограниченной /полной/ растворимостью компонентов. Фазы. Структуры.
67	Правило фаз Гиббса, отличие правила фаз для твердофазных систем. Правило рычага и правило отрезков.
68	Кристаллизация металлов. Влияние степени переохлаждения (скорости охлаждения) на механические свойства отливок. Строение металлического слитка. Модифицирование расплава для получения мелкокристаллической структуры.
69	Макроскопический и микроскопический анализ материалов. Возможности и назначение.
70	Основные свойства материалов: прочность, твердость, ударная вязкость, усталостная прочность.
71	Несовершенства кристаллического строения (дефекты кристаллической структуры). Их типы и влияние на показатели свойств металлов и неметаллов.
72	Полиморфизм. Анизотропия. Магнитные превращения.
73	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.iprbooksshop.ru/97813.html">http://www.iprbooksshop.ru/97813.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
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>
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>

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

Электронная библиотечная система IPR Books [Электронный ресурс].

<http://www.iprbooksshop.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
А-303	Интерактивный компьютерный-видео-мультимедиа комплекс для микроанализа металлов и сплавов; установка определения критических точек сплавов; установка определения радиального биения зубчатых колес; твердомер Роквелла.
А-307	Металлоисследовательский микроскоп; набор учебного мерительного инструмента.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска