

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1152573	Основы производства и обработки металлов и сплавов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Metallurgy of titanium	<b>Код ОП</b> 1. 22.03.02/33.03
<b>Направление подготовки</b> 1. Metallurgy	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шварц Данил Леонидович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	обработки металлов давлением

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы производства и обработки металлов и сплавов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля входят дисциплины: «Металлургическая теплотехника», «Термообработка» и «Технология конструкционных материалов». В рамках дисциплин модуля студенты изучают процессы переноса теплоты и массы в технологических системах металлургического производства, различные виды термической и химико-термической обработки, их влияние на структуру и свойства металлоизделий, а также современные способы получения различных материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств. Дисциплины модуля могут быть реализованы в смешанной и традиционной технологиях. Использование смешанной технологии предполагает применение электронных ресурсов, размещенных на образовательных платформах УрФУ.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Технология конструкционных материалов	6
2	Металлургическая теплотехника	3
3	Термообработка	6
ИТОГО по модулю:		15

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Металлургическая теплотехника	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов,	З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых

	<p>систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
Термообработка	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p>

		<p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ПК-4 - Способен разрабатывать технологические процессы по обработке легких металлов и их сплавов давлением и осуществлять контроль их выполнения</p>	<p>З-3 - Объяснять влияние процессов термической обработки на структуру и свойства изделий из легких металлов и их сплавов</p> <p>У-3 - Выбирать параметры термической обработки, обеспечивающие заданный уровень свойств изделий из легких металлов и их сплавов</p> <p>П-3 - Предлагать в общую технологическую схему операции термической обработки, с целью обеспечения требуемых свойств изделий из легких металлов и их сплавов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой и нормативно-технической документацией.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-12 - Способен осуществлять технологический процесс термической обработки легких цветных металлов и их сплавов в соответствии с нормами охраны труда и экологии</p>	<p>З-2 - Излагать экологические риски и риски нарушения требований к безопасному ведению технологического процесса термообработки легких металлов</p> <p>З-3 - Характеризовать типовые технологические схемы и объяснять суть входящих в них операций при термообработке изделий из легких металлов и их сплавов.</p> <p>У-2 - Анализировать экологические риски и риски нарушений требования к безопасному ведению технологического процесса</p>

		<p>термообработки легких металлов и определять их последствия</p> <p>У-3 - Обоснованно выбирать основные и вспомогательные технологические операции термообработки конкретных изделий из легких металлов и их сплавов</p> <p>П-2 - Составлять перечень технологических операций необходимых и достаточных для термообработки изделий из легких металлов и их сплавов с учетом экологических рисков и рисков промышленной безопасности.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе с нормативно-технической документацией, со специальной литературой</p>
Технология конструкционных материалов	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и очно-заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технология конструкционных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Постыляков Александр Юрьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	обработки металлов давлением

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Постыляков Александр Юрьевич, Доцент, обработки металлов давлением**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основы материаловедения	Строение металлов. Кристаллические структуры. Полиморфизм металлов. Типы решеток металлических элементов. Дефекты кристаллического строения. Основные положения теории дислокаций. Строение жидких металлов. Механизмы кристаллизации и формирования структуры. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Строение твердых фаз. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии при деформации и нагреве. Основные физические и механические свойства. Виды разрушения металлов.
2	Промышленные металлы и сплавы	Железо и сплавы на его основе. Фазовые превращения железоуглеродистых сплавов. Легирующие элементы и их влияние на свойства сплавов. Конструкционные и инструментальные стали. Чугуны. Стали со специальными свойствами. Алюминий и его сплавы. Литейные и деформируемые алюминиевые сплавы. Способы термической обработки алюминиевых сплавов. Магний и его сплавы: разновидности, область применения. Медь и её сплавы: бронзы, латуни, медноникелевые, медноникельцинковые. Титан и его сплавы: использование в различных отраслях, структурная классификация, методы деформационной и термической обработки, их влияние на свойства. Жаропрочные, конструкционные и электротехнические сплавы на основе никеля. Специальные материалы.

3	Производство черных и цветных металлов	<p>Исходные материалы для производства металлов. Способы получения металлов из руд. Производство чугуна. Устройство и принцип работы доменной печи. Основные физико-химические процессы доменной плавки. Особенности подготовки руд и выплавки чугуна. Производство стали. Выплавка стали в мартеновских печах, кислородных конверторах, электрических дуговых и индукционных печах. Разливка стали. Способы повышения качества стали. Производство алюминия: исходное сырье, получение глинозема и криолита, электролиз глинозема, рафинирование. Производство магния. Производство меди: пиро- и гидрометаллургические способы. Подготовка руд, плавка на штейн, конвертирование штейна, рафинирование. Производство титана: получение концентратов, производство и восстановление четыреххлористого титана, вакуумная сепарация, плавка титановой губки, Производство никеля.</p>
4	Литейное производство	<p>Теоретические основы производства отливок. Общая технологическая схема производства. Литейные свойства сплавов. Технологические требования к конструкции отливки. Классификация способов получения отливок. Формовочные материалы. Литье в разовые песчаные формы. Кокильное литье. Литье под давлением. Литье по выплавляемым моделям. Литье в оболочковые формы. Особенности изготовления отливок из различных сплавов.</p>
5	Обработка металлов давлением	<p>Физические основы обработки давлением. Пластичность и определяющие её факторы. Холодная и горячая деформация металлов. Влияние деформационной обработки на структуру и свойства металлов и сплавов. Основные виды процессов обработки давлением: ковка и объемная штамповка, прокатка, прессование, волочение. Особенности деформации цветных металлов и сплавов.</p>
6	Термическая и химико-термическая обработка	<p>Основы термической обработки стали. Фазовые превращения при нагреве и охлаждении. Перлитное, бейнитное и мартенситное превращения. Термокинетические диаграммы. Старение. Основные виды термической обработки: отжиг, закалка, отпуск, термомеханическая обработка. Особенности термической обработки цветных металлов и сплавов. Общая характеристика и виды процессов химико-термической обработки: цементация, азотирование, цианирование, борирование, силицирование, нитроцементация.</p>
7	Сварочное производство	<p>Физические основы сварки. Классификация процессов и способов сварки. Свариваемость металлов и влияние на неё легирующих элементов. Типы сварочных соединений. Сварные швы. Сварочная дуга. Методы сварки плавлением: ручная сварка, сварка под флюсом, сварка в защитной атмосфере, электрошлаковая сварка, газовая сварка, электронно-лучевая сварка, лазерная сварка, плазменная сварка. Сварка давлением: общая характеристика метода, механизм образования соединений и применяемое оборудование. Методы сварки давлением: сварка трением, диффузионная сварка, холодная сварка, ультразвуковая сварка.</p>

<b>8</b>	Обработка резанием	Основы резания: механизм образования стружки, элементы срезаемого слоя и режимы резания, устройство резца, сила резания, тепловые явления при резании, налипание, изнашивание инструмента. Классификация металлорежущих станков. Виды режущих инструментов. Основные характеристики процессов обработки на токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных, расточных, шлифовальных станках. Методы чистовой отделки поверхностей.
----------	--------------------	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология конструкционных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Гарифуллин, Ф. А.; Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебно-методическое пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258639> (Электронное издание)
2. , Шатерин, М. А.; Технология конструкционных материалов : учебное пособие.; Политехника, Санкт-Петербург; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129582> (Электронное издание)
3. Кузнецов, В. Г.; Технология литья : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258609> (Электронное издание)
4. Константинов, И. Л.; Основы технологических процессов обработки металлов давлением : учебник.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435694> (Электронное издание)
5. Загиров, , Н. Н.; Теория обработки металлов давлением : учебное пособие.; Сибирский федеральный

университет, Красноярск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/84158.html> (Электронное издание)

6. Илларионов, А. Г.; Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/68304.html> (Электронное издание)

7. Акулов, А. И.; Технология и оборудование сварки плавлением : учебник.; Машиностроение, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601985> (Электронное издание)

8. Катаев, Р. Ф.; Теория и технология контактной сварки : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/68491.html> (Электронное издание)

9. Завистовский, С. Э.; Металлорежущие станки: пособие; РИПО, Минск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463703> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Лахтин, Ю. М.; Металловедение и термическая обработка металлов : Учеб. для металлург. спец. вузов.; Металлургия, Москва; 1984 (70 экз.)

2. Кугультинов, С. Д., Ковальчук, А. К., Портнов, И. И.; Технология обработки конструкционных материалов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям.; МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва; 2008 (70 экз.)

3. Бибииков, Е. Л.; Литье титановых сплавов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки магистров 150100 "Материаловедение и технологии материалов".; Альфа-М, Москва; 2016 (5 экз.)

4. ; Производство отливок из сплавов цветных металлов : Учебник для вузов по спец. "Литейн. пр-во чер. и цв. металлов".; Металлургия, Москва; 1986 (15 экз.)

5. Степанов, Ю. А., Баландин, Г. Ф., Рыбкин, В. А.; Технология литейного производства: Специальные виды литья : Учебник для вузов по спец. "Машины и технология литейн. пр-ва" и "Литейн. пр-во чер. и цв. металлов".; Машиностроение, Москва; 1983 (51 экз.)

6. Бигеев, А. М.; Металлургия стали. Теория и технология плавки стали : Учеб. для вузов.; Металлургия, Челябинск; 1988 (25 экз.)

7. Тарасов, А. В.; Металлургия титана : Учеб. пособие для студентов металлург. и авиац. вузов.; Академкнига, Москва; 2003 (20 экз.)

8. Уткин, Н. И.; Производство цветных металлов; Интернет Инжиниринг, Москва; 2004 (42 экз.)

9. Шимов, Г. В., Буркин, С. П.; Основы технологических процессов обработки металлов давлением : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 105400 "Металлургия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (10 экз.)

10. Орлов, Г. А., Швейкин, В. П.; Технологические процессы обработки металлов давлением : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 150400 "Металлургия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (10 экз.)

11. Лившиц, Л. С.; Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений; Машиностроение, Москва; 1989 (26 экз.)

12. Колачев, Б. А., Елагин, В. И., Ливанов, В. А.; Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов".; МИСИС, Москва; 2001 (13 экз.)

13. Блантер, М. Е.; Теория термической обработки : Учеб. для вузов.; Металлургия, Москва; 1984 (99 экз.)

14. Колачев, Б. А., Габидуллин, Р. М., Пигузов, Ю. В.; Технология термической обработки цветных металлов и сплавов : Учебник для вузов.; Металлургия, Москва; 1992 (23 экз.)
15. Катаев, Р. Ф.; Сварка металлов давлением : учебное пособие для студентов сварочных специальностей, обучающихся по программам бакалавриата по направлению подготовки 150700 "Машиностроение" и специалитета по направлению 150200 "Машиностроительные технологии и оборудование" по специальности "Оборудование и технология сварочного оборудования".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013 (10 экз.)
16. Грановский, Г. И., Грановский, В. Г.; Резание металлов : Учебник для машиностр. и приборостроит. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1985 (39 экз.)
17. Солоненко, В. Г., Рыжкин, А. А.; Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в" и дипломир. специалистов "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в".; Высшая школа, Москва; 2008 (31 экз.)
18. Гапонкин, В. А.; Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки : Учеб. для сред. спец. учеб. заведений.; Машиностроение, Москва; 1990 (10 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Технология конструкционных материалов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Металлургическая теплотехника**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гольцев Владимир Арисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра теплофизики и информатики в металлургии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основы общей теории тепловой работы печей	Классификация печей. Печи-теплообменники и печи-теплогенераторы. Тепловой баланс и основные теплотехнические показатели работы печей.
2	Строительные элементы печей	Конструкции печных каркасов, фундаментов, ограждений, каналов для отвода продуктов сгорания, дымовых труб. Системы охлаждения элементов печей.
3	Огнеупорные и теплоизоляционные материалы	Классификация и общая характеристика огнеупоров. Физические и рабочие свойства. Огнеупорные бетоны. Волокнистые огнеупорные материалы. Теплоизоляторы.
4	Теплогенерация в топливных и электрических печах	Топливосжигающие устройства для твердого, жидкого и газообразного топлива. Электрические нагреватели для печей косвенного нагрева. Индукционные установки.
5	Вторичные энергоресурсы (ВЭР) металлургических технологий и их использование	Общая характеристика и схемы использования ВЭР по теплотехническому и энергетическому методу. Конструкции и тепловая работа рекуператоров, регенераторов и энерготехнологических агрегатов. Использование теплоты конечных и побочных продуктов технологического процесса.
6	Конструкция и тепловая работа обжиговых и плавильных агрегатов, нагревательных печей и сушильных установок в металлургии	Тепловая работа и конструкции шахтных агрегатов. Тепловая работа и конструкции ваннных печей. Тепловая работа и конструкции дуговых и индукционных печей. Конструкция и тепловая работа нагревательных и термических печей непрерывного и периодического действия. Сушильные установки, конструкция и тепловая работа.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Металлургическая теплотехника

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; *Металлургическая теплотехника : учебное пособие.*; ФЛИНТА, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461092> (Электронное издание)
2. ; *Металлургическая теплотехника : учебное пособие.*; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617615> (Электронное издание)
3. Батраков, П. А.; *Физико-химические основы сжигания топлива : учебное пособие.*; Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Омск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682089> (Электронное издание)
4. ; *Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах : практикум.*; Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Омск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443145> (Электронное издание)
5. Зейнетдинов, Р. А.; *Тепломассообмен в элементах теплотехнического оборудования. Основы тепломассообмена: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника : учебное пособие.*; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=621145> (Электронное издание)
6. Видин, Ю. В.; *Инженерные методы расчета задач теплообмена : монография.*; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364547> (Электронное издание)
7. Видин, Ю. В.; *Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен : учебное пособие.*; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> (Электронное издание)

## Печатные издания

1. ; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : [uchebnik dlya metallurg spetsial'nostey vuzov : v 2 t. T. 2. Konstruktsiya i rabota pechey; Metallurgiya, Moskva; 1986 (40 ekz.)
2. ; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : [uchebnik dlya metallurg. spetsial'nostey vuzov : v 2 t. T. 1. Teoreticheskiye osnovy; Metallurgiya, Moskva; 1986 (5 ekz.)
3. , Voronov, G. V.; Metallurgicheskaya teplo tekhnika : praktikum dlya studentov vuzov, obuchayushchixsya po napravleniyam podgotovki 22.03.01 - Materialovedeniye i tekhnologiya materialov; 22.03.02, 22.04.02 - Metallurgiya.; Izdatel'stvo Uralskogo universiteta, Ekaterinburg; 2021 (5 ekz.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Металлургическая теплотехника

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Термообработка**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Селиванова Ольга Владимировна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	термообработки и физики металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Селиванова Ольга Владимировна, Доцент, термообработки и физики металлов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии.	Содержание и задачи курса. Понятие термической обработки металлов. Требования, предъявляемые к металлам и сплавам. Конструктивная прочность металлов и сплавов и пути ее повышения. Роль термообработки в получении заданных свойств, повышении качества и долговечности металлических материалов. Взаимосвязь легирования и термообработки. Выбор материала и режима термообработки применительно к конкретным деталям. Основные этапы в развитии термообработки. Вклад русских и зарубежных ученых в развитие термообработки как науки. Классификация видов термической обработки
P2	Состав, классификация и маркировка металлов, сталей и сплавов.	Систематика металлов и сплавов. Основные определения и понятия. Углерод и постоянные примеси в стали и чугуне. Классификация легирующих элементов. Влияние легирующих

		<p>элементов на критические точки стали и вид диаграмм состояния</p> <p>Классификация сталей. Металлургическое качество сталей.</p> <p>Неметаллические включения. Примеси в стали.</p>
<b>Р3</b>	Фазовые превращения в сталях при нагреве.	<p>Особенности образования аустенита при нагреве сталей. Наследственно мелкозернистые и наследственно крупнозернистые стали. Фазовая перекристаллизация и структурная наследственность в сталях.</p>
<b>Р4</b>	Фазовые превращения при охлаждении стали из аустенитной области	<p>Перлитное превращение. Механизм, особенности, температурные интервалы.</p> <p>Понятие о мартенситном превращении как бездиффузионном, сдвиговом, кооперативном. Термодинамика мартенситных превращений. Возможность бездиффузионного превращения. Особенность мартенситного превращения по сравнению с диффузионным. Термоупругое равновесие фаз. Инвариантность габитусной плоскости мартенситного кристалла. Механизмы мартенситного превращения. Ориентационные соотношения фаз.</p> <p>Основные структурные типы мартенсита.</p> <p>Механизм бейнитного превращения. Структурные формы продуктов промежуточного превращения, их фазовый состав.</p> <p>Кинетика бейнитного превращения; зависимость полноты распада от температуры изотермической выдержки. Изменение состава аустенита в процессе бейнитного превращения.</p> <p>Двойственный характер механизма бейнитного превращения (совмещение диффузионного и бездиффузионного мартенситного механизмов). Влияние частичного распада аустенита по промежуточному механизму на последующее мартенситное превращение на положение мартенситного интервала, количество остаточного аустенита. Практическое значение бейнитного превращения.</p> <p>Превращения аустенита при непрерывном охлаждении</p> <p>Понятие о критических скоростях охлаждения. Формирование структуры и свойства продуктов распада аустенита при различных скоростях охлаждения. Количественное соотношение между различными структурными составляющими в</p>

		зависимости от скорости охлаждения. Термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита, их разновидности и методы построения.
Р5	Основные операции термической обработки сталей и сплавов	<p>Отжиг I-го рода</p> <p>Гомогенизационный (диффузионный) отжиг. Назначение. Разновидности химической неоднородности при кристаллизации</p> <p>слитка и отливок. Роль диффузии в получении однородной структуры. Возможные последствия дендритной ликвации.</p> <p>Принципы выбора режимов гомогенизационного отжига.</p> <p>Понятие о защитных атмосферах.</p> <p>Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг.</p> <p>Структура и свойства деформированного металла. Изменение структуры при дорекристаллизационном отжиге. Процессы отжига, полигонизации. Рекристаллизационный отжиг. Условия проведения. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Изменение структуры и свойств сталей и сплавов при рекристаллизационном отжиге.</p> <p>Отжиг для снятия напряжений. Возникновение остаточных напряжений в отливках, поковках и других видах полуфабрикатов и изделий. Уменьшение остаточных напряжений при отжиге. Выбор температуры и времени отжига.</p> <p>Отжиг II-го рода</p> <p>Полный перекристаллизационный отжиг. Задачи отжига.</p> <p>Области применения (отливки, поковки, штамповки, сварные изделия). Режимы полного отжига для простых углеродистых и легированных сталей. Принципы выбора температуры нагрева.</p> <p>Связь условий охлаждения при отжиге с устойчивостью аустенита обрабатываемых сталей. Изменение структуры и свойств в результате полного отжига.</p> <p>Неполный отжиг. Назначение и применение в практике термической обработки.</p> <p>Экономический выбор оптимальных режимов отжига сталей и сплавов.</p>

<p><b>Р6</b></p>	<p>Закалка и отпуск сталей</p>	<p>Закалка с полиморфным превращением</p> <p>Выбор условий нагрева для углеродистых сталей: доэвтектоидных и заэвтектоидных. Предварительная подготовка</p> <p>структуры заэвтектоидных сталей. Выбор скорости охлаждения</p> <p>в зависимости от устойчивости переохлажденного аустенита, размеров деталей. Требования, предъявляемые к закалочным средам. Принципы выбора закалочной среды. Методы закалки, снижающие внутренние (структурные и термические) напряжения в изделиях: закалка в двух средах, ступенчатая закалка, изотермическая закалка, закалка в горячих средах.</p> <p>Бездеформационная закалка.</p> <p>Прокаливаемость и закаливаемость сталей. Факторы, определяющие прокаливаемость. Критерии прокаливаемости. Методы определения прокаливаемости. Метод торцевой закалки. Практические задачи, решаемые на основании данных торцевой прокаливаемости. Номограммы прокаливаемости. Практическое значение прокаливаемости. Классификация сталей по прокаливаемости. Методы поверхностной закалки сталей.</p> <p>Отпуск закаленной стали</p> <p>Назначение отпуска по температурным режимам. Превращения при нагреве закаленной стали. Первое превращение при отпуске, связанное с распадом мартенсита. Сегрегация атомов углерода в кристаллах мартенсита. Двухфазный и однофазный распад мартенсита при отпуске. Выделение промежуточных карбидов. Образование цементита. Факторы, влияющие на первое превращение при отпуске (температура, длительность выдержки, концентрация углерода, легирование).</p> <p>Второе превращение при отпуске распад остаточного аустенита).</p> <p>Особенности распада остаточного аустенита в легированных сталях. Третье превращение при отпуске - карбидное превращение. Четвертое превращение при отпуске (сфероидизация и коагуляция карбидов, рекристаллизация</p>
------------------	--------------------------------	---

		<p>ферритной матрицы). Влияние легирующих элементов на процессы при отпуске.</p> <p>Отпуск углеродистых сталей. Изменение структуры и свойств при отпуске в связи с протекающими процессами. Факторы, определяющие свойства стали в низкоотпущенном и высокоотпущенном состоянии. Хрупкость сталей при отпуске.</p> <p>Обратимая и необратимая отпускная хрупкость. Теория хрупкости при отпуске сталей. Роль примесей в развитии обратимой отпускной хрупкости. Меры борьбы. Выбор режима отпуска конструкционных и инструментальных сталей.</p> <p>Явление вторичной закалки и вторичной твердости при отпуске</p>
<p><b>P7</b></p>	<p>Закалка без полиморфного превращения и старение сплавов</p>	<p>Закалка с фиксацией высокотемпературного состояния.</p> <p>Изменение растворимости второй фазы в твердом растворе.</p> <p>Выбор режимов нагрева и охлаждения. Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения. Назначение и области применения. Примеры использования закалки без полиморфного превращения.</p> <p>Старение пересыщенных твердых растворов</p> <p>Кинетика выделений при старении. Коагуляция. Возврат после старения. Изменение свойств сплавов при старении. Природа упрочнения при старении. Величина упрочнения при образовании выделений разного типа. Влияние продолжительности и температуры старения, состава сплавов в двойных и тройных системах на упрочнение при старении.</p> <p>Естественное и искусственное старение. Выбор оптимальных режимов старения.</p>
<p><b>P8</b></p>	<p>Термомеханическая обработка</p>	<p>Изменение структуры металла при горячей обработке давлением</p> <p>Понятие о динамическом возврате и рекристаллизации.</p> <p>Соотношение между статическим возвратом и рекристаллизацией и аналогичными динамическими процессами при горячей пластической деформации.</p> <p>Термомеханическая обработка сталей</p> <p>Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО).</p>

		<p>Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО). Термомеханическая обработка с деформацией во время перлитного превращения. Предварительная термомеханическая обработка (ПТМО). Контролируемая прокатка.</p> <p>Термомеханическая обработка стареющих сплавов</p> <p>Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО). Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО). Предварительная термомеханическая обработка (ПТМО).</p>
<b>Р9</b>	Титан и сплавы на его основе	<p>Основные сведения о титане. Применение чистого титана. Принципы легирования титановых сплавов. Классификация титановых сплавов</p>
<b>Р10</b>	Термическая обработка титановых сплавов	<p>Фазовые превращения при нагреве титановых сплавов. Закалка и старение сплавов на основе титана. Изотермические и термокинетические диаграммы превращения бета-раствора в сплавах титана. Режимы термической обработки титановых сплавов.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен разрабатывать технологические процессы по обработке легких металлов и их сплавов давлением и осуществлять контроль их выполнения	<p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности и при работе со специальной литературой и нормативно-технической документацией.</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
			ПК-12 - Способен осуществлять технологический процесс термической	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности и при работе с

			обработки легких цветных металлов и их сплавов в соответствии с нормами охраны труда и экологии	нормативно-технической документацией, со специальной литературой
--	--	--	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Термообработка**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. ; Обработка изделий машиностроения с применением индукционного нагрева; Белорусская наука, Минск; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/12305.html> (Электронное издание)
2. Тимошенко, , В. П.; Термическая обработка сварных соединений труб : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <http://www.iprbookshop.ru/114978.html> (Электронное издание)
3. ; Специальные сплавы в аэрокосмической технике : учебное пособие.; Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Воронеж; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/93349.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Лахтин, Ю. М.; Металловедение и термическая обработка металлов : Учеб. для металлург. спец. вузов.; Металлургия, Москва; 1984 (70 экз.)
2. Филиппов, М. А.; Стали с метастабильным аустенитом; Металлургия, Москва; 1988 (6 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Термообработка**

**Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES