

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

\_\_\_\_\_ А.А. Каракозов  
(подпись)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1. В.ДЭ.02.02 Современные проблемы технологии совмещенных процессов деформационно-термической обработки**

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 22.04.01- Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления / специальности)

Направленность (профи- "Металловедение и термическая обработка металлов",  
ли): «Прикладное материаловедение»  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: \_\_\_\_\_ магистратура \_\_\_\_\_  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная
Семестр	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5 /180
Контактная работа (час.)	72
Лекции (час.)	34
Практические (семинарские) занятия (час.)	34
Лабораторные работы (час.)	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-
Контроль (экзамен, час. / зачёт)	Экзамен, 54 час.

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы технологии совмещенных процессов деформационно-термической обработки» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.04.01- Материаловедение и технологии материалов (направленность (профили) "Металловедение и термическая обработка металлов" и «Прикладное материаловедение») для 2023 года приёма по очной форме обучения.

**Составитель:**

профессор кафедры «Физическое  
материаловедение», доктор технических  
наук, профессор

Горбатенко В.П.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от 23.03.2021 года № 6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Т. Егоров  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена** учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению подготовки 22.04.01- Материаловедение и технологии материалов.

Протокол от 23.03.2021 года № 6.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Н.Т. Егоров  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Современные проблемы технологии совмещенных процессов деформационно-термической обработки» рассматривает вопросы, связанные с теоретическими основами и принципиальными подходами к реализации различных видов деформационно-термической обработки сплавов.

**Целью** дисциплины является: приобретение студентами теоретических знаний в отношении особенностей фазовых и структурных преобразований, лежащих в основе совмещенных процессов деформационно-термической обработки сплавов, а также практических знаний, касающихся различий в реализации различных видов такой обработки, в том числе и с учетом влияния проявлений структурной наследственности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** классификацию видов деформационно-термической обработки сплавов, их основные особенности и различия в реализации; особенности фазовых превращений в сплавах, обусловленные комбинированным воздействием деформации и термической обработки; особенности структурообразования в металлических материалах в условиях повышенной плотности дефектов кристаллического строения; закономерности и особенности процессов упрочнения и разупрочнения при деформационно-термической обработке в зависимости от ее параметров; основные представления относительно проявлений структурной наследственности в сталях;

**уметь:** определять эффективность реализации различных видов деформационно-термической обработки; определять области и возможности использования такой обработки; дать определение и характеристику того или иного вида деформационно-термической обработки;

**владеть:** способностью обосновать выбор соответствующего вида деформационно-термической обработки с учетом вида металлургической продукции, его назначения и необходимого комплекса свойств сплава.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК1 – способен организовывать, планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования в области материаловедения и обработки материалов с применением современных методов исследований и испытаний;

ПК3 - способен применять методы моделирования, анализа, и оптимизации технологических процессов производства и свойств металлических, неметаллических, композиционных, порошковых материалов для поиска путей повышения качества продукции.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Термическая обработка», («Материаловедение» («Металловедение»), «Специальные стали и сплавы», «Металловедение цветных металлов и сплавов».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом в процессе выполнения НИР и квалификационной работы, при прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СР
Тема 1. Общая характеристика, основные термины, определения и классификация видов деформационно-термической обработки сплавов	12	6	0	0	6
Тема 2. Процессы динамического и статического разупрочнения в сплавах при ДТО	18	4	6	0	8
Тема 3. Влияние параметров деформации на фазовые превращения в сталях.	21	6	6	0	9
Тема 4. Влияние условий последеформационного охлаждения в потоке прокатного стана на структуру и свойства стального проката	10	2	4	0	4
Тема 5. Особенности структуры стали после термомеханической обработки	29	6	10	0	13
Тема 6. Особенности структуры цветных сплавов при реализации ТМО	13	4	4	0	5
Тема 7. Проявления структурной наследственности в сталях при деформационно-термической обработке	19	6	4	0	9
Контактная работа (дополнительная)	4				
Курсовая работа (проект)	0				
<b>Итого по видам занятий:</b>	<b>126</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>54</b>
<b>Контроль</b>	<b>54</b>				
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ПК 1</b>	Темы 2, 3
<b>ПК 3</b>	Темы 1, 4, 5, 6, 7

#### 3.2. Лекции

**Тема 1. Общая характеристика, основные термины, определения и классификация видов деформационно-термической обработки.**

Содержание темы 1:

Основные термины и определения. Роль деформационно-термической обработки (ДТО) в повышении качества продукции, совершенствовании производства и ресурсосбережении в металлургии и машиностроении.

Классификация видов ДТО по технологическому принципу и типу фазовых превращений. Общая характеристика классов и видов ДТО.

Литература к теме 1: [2].

## **Тема 2. Процессы динамического и статического разупрочнения в сплавах при ДТО.**

### Содержание темы 2:

Влияние параметров нагрева на структуру сплавов при ДТО. Упрочнение и разупрочнение сплавов в процессе горячей пластической деформации. Динамические процессы разупрочнения на примере ДТО сталей: динамический возврат, динамическая полигонизация, динамическая рекристаллизация. Влияние параметров деформации на развитие процессов динамической рекристаллизации.

Процессы статического разупрочнения сплавов в процессе горячей пластической деформации. Влияние параметров деформации и степени завершенности процессов динамического разупрочнения на кинетику развития статического разупрочнения. Технологические методы управления структурой сплавов путем влияния на развитие процессов упрочнения и разупрочнения во время и по завершении пластической деформации.

Влияние микролегирования сталей сильными карбидообразующими элементами на процессы структурообразования в аустените при ДТО.

Литература к теме 2: [1, 2, 5].

## **Тема 3. Влияние параметров деформации на фазовые превращения в сталях.**

### Содержание темы 3:

Влияние параметров горячей пластической деформации на положение критических точек стали, кинетику перлитного, бейнитного и мартенситного превращений.

Литература к теме 3: [2].

## **Тема 4. Влияние условий последеформационного охлаждения в потоке прокатного стана на структуру и свойства стального проката.**

### Содержание темы 4:

Особенности ускоренного охлаждения сортового и листового проката в потоке прокатных станов. Влияние ускоренного охлаждения на изменения в структуре стали по сечению проката. Направленное формирование требуемых структуры и свойств стали путем подбора режимов последеформационного охлаждения.

Литература к теме 4: [1, 2, 5].

## **Тема 5. Особенности структуры стали после термомеханической обработки.**

### Содержание темы 5:

Характеристика структуры стали после высокотемпературной и низкотемпературной термомеханической обработки с реализацией мартенситного (ВТМО, НТМО) и бейнитного (ВТМИзО, НТМИзО) превращений.

Структура сталей контролируемой прокатки в зависимости от режимов прокатки и последеформационного охлаждения. Влияние параметров контролируемой прокатки на структуру и свойства микролегированных сталей.

Влияние параметров деформации и условий последеформационного охлаждения на процессы перлитного превращения переохлажденного аустенита, изменение структуры и свойств среднеуглеродистых сталей при ДТО.

Литература к теме 5: [1, 2].

## **Тема 6. Особенности структуры цветных сплавов при реализации ТМО.**

### Содержание темы 6:

Основные принципы и особенности реализации ТМО без полиморфных превращений. Влияние пластической деформации в цикле ТМО на механизм и кинетику выделения избыточных фаз из пересыщенного твердого раствора. Особенности ТМО сплавов цветных металлов, в которых не происходят полиморфные превращения. Эффективность реализации высокотемпературной и низкотемпературной термомеханической обработки таких сплавов.

Литература к теме 6: [2].

## **Тема 7. Проявления структурной наследственности в сталях при термомеханической и термической обработках.**

### Содержание темы 7:

Эффект структурной наследственности в сталях при сдвиговых полиморфных превращениях. Особенности восстановления исходного аустенитного зерна при нагреве сталей с исходной структурой перлитного типа. Проявления структурной наследственности при термической обработке деформированных сталей. Изменение свойств термически обработанной стали в зависимости от условий предшествующей деформационно-термической обработки.

Литература к теме 7: [2].

### 3.3. Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Изучение влияния параметров ДТО на структуру аустенита конструкционных сталей	6	[1, 6]
2	Изучение влияния параметров ДТО на механизм и кинетику распада аустенита конструкционных сталей	4	[1, 6]
3	Изучение влияния параметров контролируемой прокатки на структуру и свойства строительных сталей	6	[1, 6]
4	Изучение влияния режимов термического упрочнения на свойства арматурных сталей	4	[1, 6]
5	Изучение влияния параметров ВТМО и НТМО на свойства конструкционных сталей	6	[1, 6]
6	Изучение влияния НТМО на структуру и свойства медных сплавов	4	[1, 6]
7	Наследственная ТМО сталей	4	[1, 6]
Итого:		34	

### 3.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	20
2	Подготовка к практическим занятиям	34
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания	-
Итого:		54

### 3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

Индивидуальное задание учебным планом не предусмотрено.

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют; уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны неполные, неточные и недостаточно аргументированные ответы на вопросы; уровень знаний ниже минимальных требований; допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; в целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько неточностей.

*Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки; решения не обоснованы; не умеет использовать нормативно-техническую литературу; не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки; решения не всегда обоснованы; умеет использовать нормативно-техническую литературу; слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки; решения не всегда обоснованы; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности; способен обосновать решения; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи; способен обосновать решения; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

*Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач; испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач; испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне; трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию; трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию; быстро и качественно выполняет трудовые действия;



- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию; быстро и качественно выполняет трудовые действия.

*Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## 4.2. Вопросы к экзамену

1. Классификация видов ТМО по М.Л. Бернштейну.
2. Классификация видов ДТО по механизму фазовых превращений.
3. Общая характеристика и классификация процессов разупрочнения в сплавах по условиям их развития.
4. Динамическая рекристаллизация в сплавах, ее основные механизмы..
5. Влияние температуры и степени деформации на кинетику динамической рекристаллизации в сталях.
6. Динамический возврат, его сущность.
7. Динамическая полигонизация и влияние на нее параметров деформации.
8. Статическая рекристаллизация, особенности ее развития в зависимости от температурно-деформационных параметров деформации.
9. Влияние параметров горячей пластической деформации на критические точки в сталях.
10. Влияние параметров горячей деформации и степени горячего наклепа на кинетику диффузионного превращения в сталях.
11. Влияние параметров горячей пластической деформации на кинетику промежуточного (бейнитного) превращение в сталях.
12. Влияние параметров горячей пластической деформации на температурный интервал и кинетику развития мартенситного превращения в сталях.
13. Влияние параметров ускоренного последеформационного охлаждения на структуру и свойства проката из конструкционных сталей.
14. Общая характеристика и классификация видов ТМО с реализацией сдвиговых полиморфных превращений.
15. Особенности структуры и свойств стали после ВТМО в сравнении с традиционной термической обработкой.
16. Особенности структуры и свойств стали после НТМО в сравнении с традиционной термической обработкой.
17. Особенности структуры и свойств стали после ВТМИЗО в сравнении с традиционной термической обработкой.
18. Особенности структуры и свойств стали после НТМИЗО в сравнении с традиционной термической обработкой.
19. Общая характеристика и классификация видов ТМО с реализацией нормальных (диффузионных) полиморфных превращений.
20. Влияние параметров контролируемой прокатки на структуру и свойства сталей.
21. ВТМО сплавов, в которых не происходят полиморфные превращения, ее эффективность, особенности и перспективы реализации.
22. НТМО сплавов, в которых не происходят полиморфные превращения, ее эффективность, особенности и перспективы реализации.
23. Явление структурной наследственности в сталях в форме восстановления исходного зерна аустенита при повторном нагреве.

24. Особенности влияния условий предшествующей ДТО на структуру и свойства конструкционных сталей после дальнейших закалки и закалки с отпуском.
25. Особенности влияния условий предшествующей ДТО на структуру и свойства конструкционных сталей после термической обработки с реализацией нормальных (диффузионных) полиморфных превращений.
26. ДТО с обработкой на структурную наследственность с реализацией сдвиговых полиморфных превращений: общая характеристика и основные ее виды.
27. Наследственное термомеханическое упрочнение, его эффективность и перспективы реализации.
28. Влияние легирования (микролегирования) сильными карбидообразующими элементами на процессы разупрочнения горячедеформированного аустенита, структуру и свойства сталей.

### 4.3. Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:

магистратура

Направление подготовки

(бакалавриат, специалитет, магистратура)  
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профили)

(код, название)  
«Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов»

Семестр:

2

Учебная дисциплина: Современные проблемы технологии совмещенных процессов ДТО

### БИЛЕТ №

1. Классификация видов ТМО по М.Л. Бернштейну.
2. Влияние параметров контролируемой прокатки на структуру и свойства сталей.
3. Наследственное термомеханическое упрочнение, его эффективность и перспективы реализации.

Утверждено на заседании кафедры «Физическое материаловедение»

(наименование кафедры полностью)

Протокол № от .20 г.

Зав. кафедрой

Егоров Н.Т.

Экзаменатор

Горбатенко В.П.

(подпись)

(Ф.И.О.)

(подпись)

(Ф.И.О.)

### 4.4. Критерии оценивания

Оценка знаний, умений и навыков студента производится путем суммирования баллов (по 100-бальной шкале), полученных в ходе текущего и промежуточного контроля его знаний.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам выполнения практических работ. Текущий контроль, по результатам которого студент может получить до 20 баллов, включает текущий опрос на практических занятиях, в том числе при защите выполненной работы; максимальное количество баллов за все практические работы составляет 20 баллов, за каждую практическую работу начисляется максимум 4 баллов.

**Промежуточный контроль** осуществляется по результатам сдачи письменного экзамена по дисциплине и его результаты будут оцениваться, исходя из максимального количества баллов, соответствующего 80.

При этом по 5-бальной шкале оцениваются ответы на каждый из вопросов экзаменационного билета с последующим определением среднеарифметической оценки ответа на вопросы билета. Полученная средняя оценка умножается на коэффициент 16, являющийся результатом деления максимального количества баллов (80) по 100-бальной шкале на высшую оценку по 5-бальной шкале (5).

Критерии оценки ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета приведены ниже.

Оценка в 5 баллов выставляется в случае полного и обоснованного ответа на вопрос билета с достаточно детальным анализом соответствующего вида деформационно-термической обработки и процессов структурообразования в зависимости от условий комплексного воздействия.

Оценка в 4 балла выставляется в случае достаточно полного и обоснованного ответа на вопрос билета с отдельными недостатками в анализе особенностей процессов структурообразования в сплавах и условий реализации соответствующего вида ДТО.

Оценка в 3 балла выставляется в случае верного определения основных направлений воздействия соответствующего вида ДТО на структуру и свойства сплава, но без детального обоснования ответа.

Оценка в 2 балла выставляется в случае грубых ошибок в характеристике конкретного вида ДТО.

При полном отсутствии ответа на соответствующий вопрос за него выставляется 0 баллов.

Полученный результат итогового контроля суммируется с результатами текущего контроля знаний с получением итоговой оценки в баллах по 100-бальной шкале. На основании полученного результата определяется оценка по государственной шкале и ECTS. Перевод оценки из 100-бальной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утверждённом приказом ДонНТУ №337-14 от 02.05.2018г.

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.5. Пример текущего опроса на практических занятиях

Практическая работа № 3 «Изучение влияния параметров контролируемой прокатки на структуру и свойства строительных сталей»

1. Дать определение процессу контролируемой прокатки.
2. Какие технологические параметры процесса прокатки толстого листа регламентируют при реализации контролируемой прокатки?
3. Какой характер структуры аустенита следует ожидать в случае реализации прокатки на заключительной стадии в нижней части аустенитной области?
4. Почему контролируемую прокатку относят к отдельному виду термомеханической обработки?
5. Основные причины получения мелкозернистой структуры стали после контролируемой прокатки.
6. Какую структуру приобретает низкоуглеродистая конструкционная сталь после контролируемой прокатки с последеформационным охлаждением на воздухе?

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 5.1 Основная литература:

1. Горбатенко В.П. Научные основы деформационно-термической обработки сплавов (курс лекций) [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко. - Донецк: ДОННТУ, 2020.- 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).
2. Горбатенко В.П. Основы совмещенных процессов деформационно-термической обработки (курс лекций) [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко. - Донецк: ДОННТУ, 2014.- (73 с.) – 0,95 Мб. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

### 5.2 Дополнительная литература:

3. Горбатенко, В.П. Материаловедение: Учебник для технологических и механических специальностей высших учебных заведений [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко, Т.В. Новоселова. - Невинномысск: ЭльДирект, 2018. – 9 Мб. - 1 файл. – Автограф. – Систем. требования: ZIP-архиватор. <http://ed.donntu.org/books/18/cd8367.zip>
4. Горбатенко В.П. Цветные металлы и сплавы / Учебник для ВУЗов [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко, В.В. Горбатенко. – ГВУЗ «ДонНТУ». – (14 Мб). - Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012.- 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор.- <http://ed.donntu.org/books/cd1058.zip>
5. Материаловедение. Технология композиционных материалов: Учебник для вузов [Электронный ресурс] / А.Г. Кобелев [и др.] [А.Г Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев, В.П. Шаронова] . – Москва: КНОРУС, 2015. – 17 Мб. – 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - <http://ed.donntu.org/books/cd3818.pdf>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Современные проблемы технологии совмещенных процессов деформационно-термической обработки»: для студентов, обучающихся по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» [электронный ресурс] / Сост. В.П. Горбатенко. - Донецк: ДонНТУ, 2017. – (7 с.). – 70 Кб. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).
7. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Современные проблемы технологии совмещенных процессов деформационно-термической обработки»: для студентов, обучающихся по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» [электронный ресурс] / Сост. В.П. Горбатенко. - Донецк: ДонНТУ, 2017. – (7 с.) - 63 Кб. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

### Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>  
 ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Лекционные занятия:

- предметная аудитория (комн. 5.362), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук), наглядными пособиями в виде планшетов с фотографиями и схемами оборудования;

**6.2. Практические занятия:**

- проводятся в аудиториях кафедры «Физическое материаловедение» согласно расписанию. Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям. К оснащению данных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.

**6.3. Лабораторные работы:**

- учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

Составитель рабочей программы: \_\_\_\_\_ В.П. Горбатенко  
(подпись)