

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 Современные проблемы металлургической теплотехники

Направление подготовки:  
Направленность (профиль):  
Программа:  
Форма обучения:

22.04.02 Металлургия  
Промышленная теплотехника  
магистратура  
очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3/108	3/108
Контактная работа (час.), в том числе:	53	12
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	55	96
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2023 г.

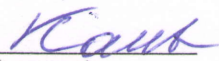
Рабочая программа дисциплины «**Современные проблемы металлургической теплотехники**» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» (направленность профиль: «Промышленная теплотехника») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

**Составитель:**

доцент кафедры

«Техническая теплофизика»

к.т.н., доцент

  
(подпись)

Кашаев В.В.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры «Техническая теплофизика».

Протокол от «10» марта 2023 года № 12

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Бирюков А.Б.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель

  
(подпись)

Снитко С.А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Техническая теплофизика».

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

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Техническая теплофизика».

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

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Техническая теплофизика».

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

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

# 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, касающиеся современных проблем теплотехники в металлургии, а также современных технологий энергосбережения в теплотехнологиях.

Целью преподавания дисциплины является: приобретение углубленных знаний о проблемах в современной теплотехнике и теплотехнологиях; изучение и освоение современных технологий тепловой обработки металла в печах; а также формирование у магистрантов знаний, умений и навыков, необходимых для понимания современного состояния теплотехнологий в современной металлургии и выработки способностей находить правильные решения задач, связанных с совершенствованием и модернизацией теплотехнического оборудования металлургических комплексов.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- современные проблемы теплотехники в металлургии и современные энергосберегающие теплотехнологии в современном металлургическом комплексе;
- рациональные режимы реализации технологий тепловой обработки металла в печах;

- сущность технологии импульсного отопления теплотехнических агрегатов; тепловые аспекты реализации совмещенных процессов разливки-прокатки металла;

уметь:

- использовать математическую модель тепловой обработки металла в печах;

- экономить затраты на топливо для нагрева металла в печах за счет замены природного газа искусственными газами;

- анализировать эффективность импульсного отопления и других мероприятий по снижению расхода топлива в теплотехнических агрегатах;

- грамотно анализировать современное состояние теплотехнологий в металлургии с точки зрения энергосбережения.

владеть:

- методиками анализа современных технологий тепловой обработки металла в печах;

- навыками комплексного подхода к исследованию энергосберегающих теплотехнологий в современном металлургическом комплексе;

- способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели (поиск слабых мест в металлургических теплотехнологиях и агрегатах) и выбору рациональных путей ее достижения.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

**УК-1.** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

**ПК-2.** Способен разрабатывать предложения по повышению качества заданного вида металлопродукции при его тепловой обработке.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

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

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: теплотехника, теплообмен, металлургические печи, конструкции теплотехнологических агрегатов, инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии и сертификация металлопродукции, теория сжигания и горелочные устройства, теплообменные процессы и установки, а также на знаниях и умениях, которые студент приобрел при подготовке бакалавра по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин учебного плана (интенсификация теплообменных процессов в технологических агрегатах, современные проблемы металлургической теплотехники, моделирование теплотехнических процессов в стандартных инженерных пакетах, спецвопросы проектирования тепловых режимов печных агрегатов, НИР), прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
первый семестр					
Тема 1. Современные технологии и способы регулирования отопления термических печей.	13/10	4/1	2/0	-	7/9
Тема 2. Создание эффективного аналитического комплекса для автоматического расчета процессов тепловой обработки заготовок в печах.	12/11	4/0	2/1	-	6/10
Тема 3. Использование математической модели тепловой обработки металла в печах.	12/10	4/0	2/0	-	6/10
Тема 4. Сущность технологии импульсного отопления.	13/15	4/1	2/1	-	7/13
Тема 5. Импульсное отопление как инструмент для сокращения расхода топлива.	13/12	4/1	2/0	-	7/11
Тема 6. Валковые литейно-прокатные агрегаты.	11/11	2/1	2/0	-	7/10
Тема 7. Теплотехнические основы применения электротермических процес-	14/12	6/0	2/0	-	6/12



сов в металлургии.					
Тема 8. Теплогенерация за счет электрической энергии.	12/10	4/0	2/0	-	6/10
Тема 9. Теплогенерация за счет окисления неорганических веществ в технологических процессах.	6/11	2/0	1/0	-	3/11
Контактная работа (дополнительная)	2/6				
Индивидуальное задание	-				
Курсовая работа (проект)	-				
Итого по видам занятий	51/6				
Контроль	-				
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>34/4</b>	<b>17/2</b>		<b>55/96</b>

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Темы 1, 7
ПК-2	Темы 2-9

### 3.2 Лекции

Тема 1. *Современные технологии и способы регулирования отопления термических печей.*

#### Содержание темы 1:

Традиционная технология отопления. Технология стадийного сжигания топлива. Объемно-регенеративное сжигание топлива. Импульсное отопление печей. Отопление с раздельной подачей топливных газов. Анализ технологий.

#### Литература к теме 1: [1, 2]

Тема 2. *Создание эффективного аналитического комплекса для автоматического расчета процессов тепловой обработки заготовок в печах.*

#### Содержание темы 2:

Основные подходы к интерполяции вспомогательных величин. Создание стандартных расчетных модулей. Организация взаимодействия между расчетными модулями.

#### Литература к теме 2: [1, 2]

Тема 3. *Использование математической модели тепловой обработки металла в печах.*

#### Содержание темы 3:

Результаты расчета температурного поля однослойной футеровки из керамоволокна в течение нагрева. Изменение тепловых параметров нагрева заготовок во времени. Температурное поле металла в процессе охлаждения от среднетемпературной температуры 650 °С до температуры 450 °С. Температурное поле футеровки

печи в процессе охлаждения металла от среднemasсовой температуры 650 °С до температуры 470 °С.

Литература к теме 3: [1, 2]

Тема 4. *Сущность технологии импульсного отопления.*

Содержание темы 4:

Сущность технологии импульсного отопления. Сравнительная Q-т диаграмма обычного отопления рабочей камеры и импульсного режима отопления с периодическим запираением печи. Особенности применения импульсного режима отопления в печах камерного типа. Перепады температуры на поверхности и по сечению нагреваемого металла в зонах печи.

Литература к теме 4: [1, 2]

Тема 5. *Импульсное отопление как инструмент для сокращения расхода топлива.*

Содержание темы 5:

Анализ предложенного закона изменения расхода топлива на горелки. Схема импульсной работы боковых горелок камеры печи периодического действия или отапливаемой зоны печи непрерывного действия. Реализация операции выдержки заготовок после нагрева.

Литература к теме 5: [1, 2]

Тема 6. Валковые литейно-прокатные агрегаты (ВЛПА).

Содержание темы 6:

Схема ВЛПА «Myosotis». Проект «Eurostrip». Схема расположения оборудования промышленного двухвалкового ЛПА для производства тонкой стальной полосы в г. Крефельд. Преимущества технологии «Eurostrip». Способы защиты мениска металла в ВЛПА. Преимущества и недостатки технологии ВЛПА.

Литература к теме 6: [1, 2]

Тема 7. *Теплотехнические основы применения электротермических процессов в металлургии.*

Содержание темы 7:

Энергоэффективные виды электротермического нагрева. Классификация электротермических процессов. Применение электротермических процессов. Резистивный нагрев. Инфракрасный нагрев. Индукционный нагрев. Диэлектрический нагрев. Электродуговой нагрев. Плазменный, электронно-лучевой и лазерный нагрев. Электроискровая эрозия.

Литература к теме 7: [1, 2]

Тема 8. *Теплогенерация за счет электрической энергии.*

Содержание темы 8:

Классификация и теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую энергию. Теплогенерация при приложении к телу разницы потенциалов. Теплогенерация при помещении рабочего тела в переменное электромагнитное поле. Теплогенерация за счет ускоренного в вакууме потока электронов. Теплогенерация при использовании когерентного излучения. Нагреватели сопротивления. Характеристика металлических нагревателей. Характеристики неметаллических нагревателей.

Литература к теме 8: [1, 2]

Тема 9. Теплогенерация за счет окисления неорганических веществ в технологических процессах.

Содержание темы 9:

Теплогенерация за счет выгорания примесей. Тепловой эквивалент материала. Теплота сгорания шихты. Теплогенерирующая и теплообменная составляющие теплоты сгорания материала.

Литература к теме 9: [1, 2]

### 3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Установки для обработки стали в ковше.	3/0	[1, 2]
2	Новая конструкция кристаллизатора для непрерывного литья блюмов компании «CONCAST AG»	2/0	[1, 2]
3	Решения в области непрерывного литья блюмов и балочных заготовок компании «SIEMENS VAI».	4/0	[1, 2, 4]
4	Технологии, оборудование и элементы управления для процессов промышленного сжигания компании «ELSTER GROUP».	2/1	[3, 4]
5	Комплексная реконструкция термической камерной печи с выкатным подом для термообработки сварных металлоконструкций.	4/1	[1, 2, 4]
6	Разработка новых материалов на основе чёрных и цветных металлов для улучшения их тепловых и физико-химических свойств.	2/0	[3, 4]
<b>ИТОГО:</b>		<b>17/2</b>	

### 3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала.	35/55
2	Подготовка к практическим занятиям.	20/32
3	Выполнение индивидуального задания.	-/9
<b>ИТОГО:</b>		<b>55/96</b>

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

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Цель индивидуального задания – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении теории данной дисциплины. Индивидуальное задание оказывает содействие развитию навыков самостоятельного решения технических и/или технологических задач. Развивает конструктивное отношение к методам расчетов, совершенствует навыки ведения и оформления проектной документации. О выполнении индивидуального задания сообщается студентам в начале семестра, а условия к заданию предоставляется в течение месяца после начала учебного семестра после изучения соответствующего лекционного материала и/или изучения материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального зада-

ния – не менее 9 часов. Сдача индивидуального задания осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра. Выполнение индивидуального задания в виде реферата осуществляется в часы СРС. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 5-15 стр. формата А4 (210×297 мм).

Тематика индивидуальных заданий по дисциплине «Современные проблемы металлургической теплотехники» в виде рефератов по следующим основным темам:

- Энергосберегающие возможности современных электротехнологий в металлургии.
- Основные причины нерационального расхода топливно-энергетических ресурсов в металлургии.
- Современные теплотехнические проблемы в литейно-прокатных агрегатах.
- Современные теплотехнические проблемы в МНЛЗ.
- Современные теплотехнические проблемы в печах по термообработке.
- Современные теплотехнические проблемы в нагревательных печах.
- Форкамерные горелки: возможности, особенности, характеристики и перспективы.
- Примеры оптимизационных задач в металлургической теплотехнике.
- Проблемы обеспечения качества металлопродукции на современном металлургическом производстве.
- Непрерывные процессы – главное направление в развитии современных технологий в металлургии.
- Литье и обработка металлов давлением: технологическое единство и «внутренние противоречия».
- Проблемы и перспективы развития полосовых литейно-прокатных агрегатов.
- Проблемы и перспективы развития металлургических мини-заводов.
- Проблемы и перспективы развития сортовых литейно-прокатных агрегатов.

## **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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны неполные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;



- 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;
- 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;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Критерии оценивания**

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам практических (семинарских) занятий, индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Зачет выставляется по результатам текущей учебной работы обучающегося в конце семестра до начала экзаменационной сессии. Для оценивания результата сдачи обучающимся зачета используются оценки «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется в соответствии с критериями положительных оценок – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, который дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос с использованием дополнительной литературы, показывает совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющуюся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; раскрывает основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей; ответ формулируется в научных терминах, излагается литературным языком, характеризуется логичностью, доказательностью, демонстрирует авторскую позицию обучающегося; могут быть допущены недочеты в определении понятий или др., исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, который дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, раскрывает основные положения темы; показывает умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; ответ излагается литературным языком в научных терминах; в ответе допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные обучающимся с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который дает недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; допускает ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые затрудняется исправить самостоятельно; не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя; речевое оформление ответа требует поправок, коррекции;

Оценка «неудовлетворительно», «не зачтено» выставляется обучающемуся, который дает неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях; в ответе присутствует фрагментарность, нелогичность изложения; обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины (модулей); отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения; речь неграмотная; дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины (модулей), либо обучающийся отказывается от ответа.

#### **4.3 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях**

Примерная тематика вопросов для устного текущего опроса:

1. Охарактеризуйте основные возможности современных установок для обработки стали в ковше.
2. Какие теплотехнические проблемы решает применение новой конструкции кристаллизатора для непрерывного литья блюмов компании «CONCAST AG»?
3. Охарактеризуйте основные технологические решения в области непрерывного литья блюмов и балочных заготовок компании «SIEMENS VAI».
4. Охарактеризуйте технологии, оборудование и элементы управления для процессов промышленного сжигания компании «ELSTER GROUP». Какие характерные особенности они имеют?
5. В чем заключается комплексная реконструкция термической камерной печи с выкатным подом для термообработки сварных металлоконструкций и что в результате реконструкции мы будем иметь?
6. На каких методах основана разработка новых материалов на основе чёрных и цветных металлов для улучшения их тепловых и физико-химических свойств?

7. Как осуществляется теплогенерация при приложении к телу разницы потенциалов?

8. Опишите технологию теплогенерации при помещении рабочего тела в переменное электромагнитное поле.

9. Дайте определение таким понятиям: тепловой эквивалент материала, теплота сгорания шихты, теплогенерирующая и теплообменная составляющие теплоты сгорания материала.

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **I. Основная литература**

1. Сборщиков, Г. С. Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения: теплофизические основы технологических процессов : учеб. пособие / Г. С. Сборщиков, Г. В. Торохов. – Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. – 160 с. – ISBN 978-5-907061-88-0. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/107157.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Пикунов, М. В. Современные проблемы материаловедения и металлургии. Кристаллизационные процессы : учеб. пособие / М. В. Пикунов, В. Е. Баженов. – Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. – 95 с. – ISBN 978-5-87623-980-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/64198.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

#### **II. Дополнительная литература**

3. Перспективные металлургические и технологические процессы производства конструкционных материалов : монография / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, А. В. Фролов, В. В. Григорьев. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 328 с. – ISBN 978-5-9729-0740-3. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115154.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Бельский, С. М. Литейно-прокатный агрегат – сумма технологий производства тонких стальных полос. Ч. 1 : монография / С. М. Бельский, И. П. Мазур, Ю. А. Мухин. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. – 169 с. – ISBN 978-5-88247-805-5 (ч.1), 978-5-88247-806-2. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/83168.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

5. Кашаев, В. В. Конспект лекций по дисциплине «Современные проблемы металлургической теплотехники» (для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника») / Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019 – 26 с. (доступ через личный кабинет студента).

6. Кашаев, В. В. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Современные проблемы металлургической теплотехники» для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. технической теплофизики, сост. Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 31 с. (доступ через личный кабинет студента).

7. Кашаев, В. В. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Современные проблемы металлургической теплотехники» для студентов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. технической теплофизики, сост. Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 15 с. (доступ через личный кабинет студента).

8. Кашаев, В. В. Методические указания к индивидуальным заданиям по дисциплине «Современные проблемы металлургической теплотехники» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. технической теплофизики, сост. Кашаев В. В. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 16 с. (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы:**

ЭБС ДОННТУ – <http://library.donntu.ru/>

ЭБС IPR SMART – <https://www.iprbookshop.ru/>

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Учебная аудитория №5.436** учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (Мультимедийное оборудование: компьютер, операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные макеты, стенды и плакаты).

2. **Учебная аудитория №5.436** учебный корпус 5 для проведения практических занятий. (Мультимедийное оборудование: компьютер, операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные макеты, стенды и плакаты).

3. **Помещения для самостоятельной работы** с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-



образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux – лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL.