

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности  
А.А.Панфилов  
« 30 » 08 / 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И АГРЕГАТЫ»

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль/программа подготовки Материаловедение и технологии материалов

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет/зачет с оценкой)
4	4 / 144	36	18	18	72	Зачёт с оценкой, КР
Итого	4 / 144	36	18	18	72	Зачёт с оценкой, КР

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины – приобретение общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных требованиями ФГОС ВО, связанных с формированием теоретических и практических знаний в области тепловых процессов и агрегатов: металлургических печей и нагревательных приборов.

Задачи:

- изучение основ тепловых процессов в производстве металлических и неметаллических материалов, реализуемых в тепловых агрегатах.
- приобретение навыков расчёта тепловых процессов, проходящих в металлургических печах.
- изучение методики расчёта промышленных печей и тепловых агрегатов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Тепловые процессы и агрегаты» относится к дисциплинам базовой части ОПОП ВО, её изучают в 4 семестре.

Пререквизиты: дисциплина опирается на знания предметов основной образовательной программы среднего (полного) общего образования: математики, физики, химии. Студент должен владеть навыками работы с компьютером как средством управления информацией, уметь использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации.

В результате освоения дисциплины «Тепловые процессы и агрегаты» обучающиеся будут иметь необходимую базу для выполнения научно-исследовательской работы и ВКР.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОК-7	Частичное	<p>Студент должен обладать способностью к самоорганизации и самообразованию.</p> <p><b>Знать:</b> методы самоорганизации и самообразования.</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно находить и применять необходимую для профессиональной деятельности информацию в процессе самообразования.</p> <p><b>Владеть:</b> приёмами самоорганизации и самообразования.</p>
ПК-4	Частичное	<p>Студент должен обладать способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p> <p><b>Знать:</b> методы исследований, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов).</p> <p><b>Уметь:</b> использовать в исследованиях и расчетах знания физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p> <p><b>Владеть:</b> информацией о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p>
ПК-11	Частичное	<p>Студент должен обладать способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</p> <p><b>Знать:</b> основные типы современных неорганических и органических материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания на практике.</p> <p><b>Владеть:</b> принципами выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения.</p>
ПК-16	Частичное	<p>Студент должен обладать способностью использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий и процессов с элементами экономического анализа.</p> <p><b>Знать:</b> традиционные и новые технологические процессы и операции, нормативные и методические материалы о технологической подготовке производства.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать на производстве полученные знания.</p> <p><b>Владеть:</b> приёмами и методами стандартизации и сертификации изделий и процессов с элементами экономического анализа.</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Раздел 1	4	1-2	4	4	-	-	2/25	-
2	Раздел 2	4	3-8	12	4	-	2	3/19	Рейтинг- контроль 1
3	Раздел 3	4	9-10	6	2	8	4	3/19	-
4	Раздел 4	4	11-12	4	-	-	22	1/25	Рейтинг- контроль 2
5	Раздел 5	4	13-14	4	4	4	22	3/25	-
6	Раздел 6	4	15-18	6	4	6	22	4/25	Рейтинг- контроль 3
Всего за 4 семестр		4	1-18	36	18	18	72	16/22	Зачёт с оценкой
Наличие в дисциплине КР		4	1-18					-	Зачёт
Итого по дисциплине		4	1-18	36	18	18	72	16/22	Зачёт с оценкой Зачёт по КР

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Раздел 1. Механика движения жидкостей и газов в печах

Тема 1.1. Статика жидкостей и газов. Гидростатический, пьезометрический и геометрический напоры. Взаимодействие напоров в печи.

Тема 1.2. Динамика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Движение газов в печах: естественное и вынужденное.

Тема 1.3 Гидравлическое сопротивление. Критериальное уравнение гидравлического сопротивления трения. Местные сопротивления. Расчет потерь напора.

##### Раздел 2. Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах

Тема 2.1. Общая характеристика процессов теплообмена. Основные понятия теории

Тема 2.2. Конвективный теплообмен. Физическая сущность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Применение теории подобия к изучению теплообмена.

Тема 2.3. Теплопроводность. Теплопроводность при стационарном и нестационарном состояниях.

Тема 2.4. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Сложный теплообмен излучением и конвекцией.

Тема 2.5. Нагревание и охлаждение тел. Физическая сущность процессов. Критериальное и дифференциальное уравнения. Метод конечных разностей. Приближенные формулы расчета.

### **Раздел 3. Теплотехнические основы тепловой работы печей**

Тема 3.1. Развитие науки о печах.

Тема 3.2. Технологические параметры нагрева материала. Конечная температура нагрева. Температурная скорость нагрева. Время нагрева и выдержки при конечных температурах нагрева. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.

Тема 3.3. Вывод основных энергетических задач печи.

Тема 3.4. Граничные условия, применяемые при изучении тепловой работы печи.

Тема 3.5. Температурные режимы работы печей. Одноступенчатый температурный режим. Многоступенчатые температурные режимы.

Тема 3.6. Основные режимы теплопередачи в печах. Конвективный режим теплопередачи. Радиационный режим. Слойный режим. Внутренний режим.

### **Раздел 4. Топливо и его горение**

Тема 4.1. Характеристика топлива. Виды топлива. Устройства для сжатия топлива. Общие принципы выбора рациональных методов сжатия топлива в печах.

Тема 4.2. Горение топлива. Горение жидкого, газообразного и твердого топлив. Горение полное и неполное. Коэффициент расхода воздуха. Температура горения.

Тема 4.3. Расчеты горения топлива. Расчеты количества воздуха и продуктов горения. Расчет температуры горения топлива.

Тема 4.4. Экологические аспекты сжигания топлива и утилизации вторичных энергоресурсов

Тема 4.5. Способы и устройства для использования вторичных энергоресурсов

### **Раздел 5. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы**

Тема 5.1. Огнеупорные материалы, требования, классификация. Методы определения свойств

Тема 5.2. Составы и свойства огнеупорных материалов

Тема 5.3. Теплоизоляционные материалы, требования. Классификация

Тема 5.4. Естественные и искусственные теплоизоляционные материалы

### **Раздел 6. Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии**

Тема 6.1. Нагревательные печи. Анализ конструкций

Тема 6.2. Термические печи. Анализ конструкций.

Тема 6.3. Плавильные печи. Анализ конструкций.

## **Содержание практических занятий по дисциплине**

### **Раздел 1. Механика движения жидкостей и газов в печах.**

Тема 1.2. Динамика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Движение газов в печах: естественное и вынужденное.

Тема 1.3 Гидравлическое сопротивление. Критериальное уравнение гидравлического

сопротивления трения. Местные сопротивления. Расчет потерь напора.

## **Раздел 2. Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах**

Тема 2.5. Нагревание и охлаждение тел. Физическая сущность процессов. Критериальное и дифференциальное уравнения. Метод конечных разностей. Приближенные формулы расчета.

## **Раздел 3. Теплотехнические основы тепловой работы печей**

Тема 3.5. Температурные режимы работы печей. Одноступенчатый температурный режим. Многоступенчатые температурные режимы.

Тема 3.6. Основные режимы теплопередачи в печах. Конвективный режим теплопередачи. Радиационный режим. Слоевой режим. Внутренний режим.

## **Раздел 4. Топливо и его горение**

Тема 4.1. Характеристика топлива. Виды топлива. Устройства для сжигания топлива. Общие принципы выбора рациональных методов сжигания топлива в печах.

Тема 4.2. Горение топлива. Горение жидкого, газообразного и твердого топлив. Горение полное и неполное. Коэффициент расхода воздуха. Температура горения.

Тема 4.3. Расчеты горения топлива. Расчеты количества воздуха и продуктов горения. Расчет температуры горения топлива.

## **Раздел 5. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы**

Тема 5.1. Огнеупорные материалы, требования, классификация. Методы определения свойств

Тема 5.2. Составы и свойства огнеупорных материалов

Тема 5.3. Теплоизоляционные материалы, требования. Классификация

Тема 5.4. Естественные и искусственные теплоизоляционные материалы

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

## **Раздел 2. Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах**

Тема 2.2. Конвективный теплообмен. Физическая сущность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Применение теории подобия к изучению теплообмена.

Тема 2.3. Теплопроводность. Теплопроводность при стационарном и нестационарном состояниях.

Тема 2.4. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Сложный теплообмен излучением и конвекцией.

Тема 2.5. Нагревание и охлаждение тел. Физическая сущность процессов. Критериальное и дифференциальное уравнения. Метод конечных разностей. Приближенные формулы расчета.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

1. Лекции-визуализации (темы 1.1, 1.2, 2.1);
2. Лекции-консультации (темы 2.2, 2.3, 3.2, 3.3);
3. Разбор конкретных ситуаций (тема 2.1, 3.1);
4. Кейс-методы (тема 3.2).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Текущий контроль в форме рейтинг -контроля**

#### **Вопросы рейтинг-контроля №1**

1. Механика движения газов в печах. Основные понятия.
2. Понятия геометрического, пьезометрического и динамического давления.
3. Уравнение Бернулли. Связь между давлениями.
4. Гидравлическое и местное сопротивление движению газов. Определение потери давления газов.
5. Свободное и вынужденное движение газов. Влияние топки и дымовых труб.
6. Теоремы подобия. Примеры применения.
7. Направление потоков при свободном и вынужденном движениях газов.
8. Приборы, двигающие газы (нагнетающие, вентиляторы, отсасывающие вентиляторы). Комбинированная тяга. Труба.
9. Теория теплопередачи. Общие сведения. Три способа передачи тепла.
10. Передача тепла теплопроводностью. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.
11. Передача тепла через плоскую стенку (однослойную и многослойную).
12. Передача тепла через цилиндрическую стенку и стенку сложной формы.
13. Теплопередача в нестационарном тепловом потоке.
14. Передача тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Понятия свободного и вынужденного движения газов.
15. Критерии подобия. Применение в расчетах технологических процессов.
16. Движение газов в каналах печи (ламинарно, турбулентно)Слой Прандтля.
17. Передача тепла излучением. Основные понятия. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
18. Излучение газов. Коэффициент теплообмена излучением.
19. Суммарная теплопередача.

#### **Вопросы рейтинг-контроля №2**

1. Классификация печей по принципу теплогенерации.
2. Классификация печей по технологическому назначению и по режиму работы.
3. Основные показатели тепловой работы печей.
4. Производительность печей.
5. Понятия о тепловой мощности печи.
6. Виды тепловых потерь печи.
7. Тепловой баланс промышленной печи.
8. Технологические параметры нагрева материала.
9. Конечная температура нагрева.
10. Температурная скорость нагрева.
11. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.
12. Время нагрева термически "тонких" тел при постоянной температуре.
13. Время нагрева термически «массивных» тел при постоянной температуре.
14. Температурные режимы работы печей.
15. Конвективный режим теплопередачи в печах.
16. Радиационный режим в печах.
17. Слоевой режим в печах.

## 18. Внутренний режим в печах .

### Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Классификация технологического топлива и требования, предъявляемые к нему.
2. Элементарный состав жидкого и твердого топлива.
3. Состав газообразного топлива.
4. Теплотворная способность топлива.
5. Температуры продуктов горения топлива.
6. Теоретический расход воздуха на горение.
7. Коэффициент расхода воздуха.
8. Температура воспламенения и вспышки.
9. Вредные примеси в топливе.
10. Реакционная способность твердого топлива.
11. Условное топливо и эквивалентный коэффициент.
12. Направления снижения удельного расхода топлива в печах.
13. Классификация огнеупорных изделий.
14. Классификация теплоизоляционных материалов.
15. Теплотехнические характеристики огнеупорных материалов.
16. Теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов.
17. Нагревание и охлаждение тел. Температура и режимы нагрева
18. Расчет нагрева металла (анализ основных методов)
19. Огнеупорные материалы. Основные понятия. Характеристика
20. Составы и свойства огнеупорных материалов. Классификация
21. Теплоизоляционные материалы. Классификация
22. Огнеупорные пасты, обмазки,
23. Нагревательные печи. Анализ конструкций
24. Термические печи. Анализ конструкций
25. Плавильные печи. Анализ конструкций
26. Анализ тепловой работы печей.
27. Общая характеристика и классификация топлив.

### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачёт с оценкой) Вопросы к зачёту с оценкой

1. Классификация печей по принципу теплогенерации.
  2. Классификация печей по технологическому назначению и по режиму работы.
  3. Температурный режим работы печи
  4. Тепловой режим работы печи. Коэффициент полезного теплоиспользования.
  5. Производительность печей. Понятия о тепловой мощности печи.
- Виды тепловых потерь печи. Тепловой баланс.
6. История развития науки о печах.
  7. Технологические параметры нагрева материала.
  8. Расчёта времени нагрева и выдержки тел при конечных температурах нагрева.
  9. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.
  10. Температурные режимы работы печей.
  11. Конвективный режим теплопередачи.
  12. Радиационный режим теплопередачи.
  13. Слойной режим теплопередачи .
  14. Внутренний режим теплопередачи .
  15. Классификация огнеупорных материалов.
  16. Классификация теплоизоляционных материалов.



17. Теплотехнические характеристики огнеупорных материалов.
18. Теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов.
19. Классификация технологического топлива и требования, предъявляемые к нему.
20. Элементарный состав жидкого, твердого и газообразного топлива.
21. Основные теплотехнические характеристики технологического топлива.
22. Теплотворная способность топлива.
23. Температуры продуктов горения топлива.
24. Теоретический расход воздуха на горение.
25. Реакционная способность твердого топлива.
26. Условное топливо и эквивалентный коэффициент.
27. Направления снижения удельного расхода топлива в печах.
28. Передача тепла через плоскую стенку (однослойную и многослойную).
29. Передача тепла через цилиндрическую стенку и стенку сложной формы.
30. Теплопередача в нестационарном тепловом потоке.
31. Передача тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Понятия свободного и вынужденного движения газов.
32. Критерии подобия. Применение в расчетах технологических процессов.
33. Движение газов в каналах печи (ламинарное, турбулентное). Слой Прандтля.
34. Передача тепла излучением. Основные понятия. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
35. Излучение газов. Коэффициент теплообмена излучением.
36. Суммарная теплопередача.
37. Термические печи. Анализ конструкций.
38. Плавильные печи. Анализ конструкций.
39. Нагревательные печи. Анализ конструкций.
40. Уравнение Бернулли. Связь между давлениями.
41. Механика движения газов в печах. Основные понятия.
42. Понятия геометрического, пьезометрического и динамического давления.
43. Гидравлическое и местное сопротивление движению газов. Определение потери давления газов.
44. Свободное и вынужденное движение газов. Влияние топки и дымовых труб.
45. Теоремы подобия. Примеры применения.
46. Направление потоков при свободном и вынужденном движениях газов.
47. Приборы, двигающие газы (нагнетающие, вентиляторы, отсасывающие вентиляторы). Комбинированная тяга. Общие сведения. Труба.
48. Теория теплопередачи. Три способа передачи тепла.
49. Передача тепла теплопроводностью. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.

### **Самостоятельная работа**

#### **Раздел 4. Топливо и его горение**

Тема 4.1. Характеристика топлива. Виды топлива. Устройства для сжигания топлива. Общие принципы выбора рациональных методов сжигания топлива в печах.

Тема 4.2. Горение топлива. Горение жидкого, газообразного и твердого топлив. Горение полное и неполное. Коэффициент расхода воздуха. Температура горения.

Тема 4.3. Расчеты горения топлива. Расчеты количества воздуха и продуктов горения. Расчет температуры горения топлива.

Тема 4.4. Экологические аспекты сжигания топлива и утилизации вторичных энергоресурсов

Тема 4.5. Способы и устройства для использования вторичных энергоресурсов

## **Раздел 5. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы**

Тема 5.1. Огнеупорные материалы, требования, классификация. Методы определения свойств

Тема 5.2. Составы и свойства огнеупорных материалов

Тема 5.3. Теплоизоляционные материалы, требования. Классификация

Тема 5.4. Естественные и искусственные теплоизоляционные материалы

## **Раздел 6. Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии**

Тема 6.1. Нагревательные печи. Анализ конструкций

Тема 6.2. Термические печи. Анализ конструкций.

Тема 6.3. Плавильные печи. Анализ конструкций.

### **Курсовая работа**

## **Раздел 3. Теплотехнические основы тепловой работы печей**

Тема 3.2. Технологические параметры нагрева материала. Конечная температура нагрева. Температурная скорость нагрева. Время нагрева и выдержки при конечных температурах нагрева. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.

Тема 3.5. Температурные режимы работы печей. Одноступенчатый температурный режим. Многоступенчатые температурные режимы.

Тема 3.6. Основные режимы теплопередачи в печах. Конвективный режим теплопередачи. Радиационный режим. Слоевой режим. Внутренний режим.

## **Раздел 6. Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии**

Тема 6.1. Нагревательные печи. Анализ конструкций

Тема 6.2. Термические печи. Анализ конструкций.

Тема 6.3. Плавильные печи. Анализ конструкций.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература*			
1. Тепломассообмен: Учебное пособие/Кудинов А. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с.	2015		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148</a> .
2. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с.	2015		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472</a>
3. Печи литейных цехов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Маляров А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2014.— 256 с.	2014		<a href="http://www.iprbookshop.ru/47634">http://www.iprbookshop.ru/47634</a>
Дополнительная литература			
1. Инкин А.И. Электротепловые расчеты установок электронагрева на основе универсальных каскадных схем замещения [Электронный ресурс]: монография/ Инкин А.И., Алиферов А.И., Бланк А.В. — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 202 с.	2013		<a href="http://www.iprbookshop.ru/45204">http://www.iprbookshop.ru/45204</a>
2. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ,	2013		<a href="http://www.iprbookshop.ru/22627">http://www.iprbookshop.ru/22627</a>

2013.			
3. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа. ЭБС АСВ, 2015.— 207 с.	2015		<a href="http://www.iprbookshop.ru/40576">http://www.iprbookshop.ru/40576</a> .

## 7.2. Периодические издания

Журналы «Литейщик России», «Литейное производство», «Известия Академии наук «Металлы», «Известия вузов «Цветная металлургия».

## 7.3. Интернет-ресурсы

<http://www.materialscience.ru>,

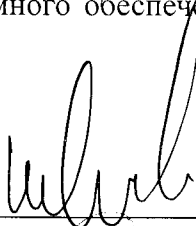
<http://www.modificator.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в специализированной аудитории, оборудованной персональным компьютером с выходом в Интернет.

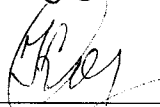
Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS Windows, MS PowerPoint.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры ТФ и КМ



В.Н.Шаршин

Рецензент  
Начальник по производству ООО «НПО "ИнЛитТех"»



Е.В. Бельмисова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2019 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_ В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2019 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 22.08.2020 года

Заведующий кафедрой Ф.А.Кич В.А.Кереев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_