

2019

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)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
И.И. Елкин  
« 20 01 » г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В МАТЕРИАЛАХ»**

**направление подготовки / специальность**  
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

**направленность (профиль) подготовки**  
Материаловедение и цифровые производственные технологии

г. Владимир

Год 20 21

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины (модуля) - изучение основ тепловых процессов, протекающих в материалах, в результате нагрева или охлаждения.

Задачи:

- знать основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты в технологических материалах, применяемых в чёрной и цветной металлургии;
- уметь рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в материалах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы нагрева материалов;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теплопередача в материалах» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен использовать на практике знания об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов	ПК-1.1. Знает основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	<b>Знает</b> основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	Тестовые вопросы, практические задания
	ПК-1.2. Умеет использовать влияние фазового и структурного состояния на свойства материалов	<b>Умеет</b> использовать влияние фазового и структурного состояния на свойства материалов	
	ПК-1.3. Владеет способностью использовать на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	<b>Владеет</b> способностью использовать на практике современные представления наук об основных типах металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения	
ПК-3. Способен выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов (изделий), обрабатывать и анализировать их	ПК-3.1. Знает методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов (изделий)	<b>Знает</b> методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов (изделий)	Тестовые вопросы, практические задания
	ПК-3.2. Умеет осознанно воспринимать информацию, самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения	<b>Умеет</b> осознанно воспринимать информацию, самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения задач информацию,	

результаты.	задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее	организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее	
	ПК-3.3. Владеет способностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов (изделий)	Владеет способностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов (изделий)	

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п / п	Наименование тем и/или разделов / тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	в форме практической подготовки	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	СРП	Лабораторные работы			
1	Раздел 1	8	1-4	2	-	-	-	-	-	
2	Раздел 2	8	5-8	2	-	6	10	-	-	
3	Раздел 3	8	9-14	2	-	-	-	22	2	Рейтинг-контроль 1
4	Раздел 4	8	15-18	4	-	4	-	20	2	Рейтинг-контроль 2
<b>Всего</b>		<b>8</b>	<b>1-18</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>42</b>	<b>4</b>	Рейтинг-контроль 3
										<b>Зачёт</b>

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

- Раздел 1. Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах
- Тема 1.1. Общая характеристика процессов теплообмена. Основные понятия теории теплообмена.
- Тема 1.2. Конвективный теплообмен. Физическая сущность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Применение теории подобия к изучению теплообмена.
- Тема 1.3. Теплопроводность. Теплопроводность при стационарном и нестационарном состояниях.
- Тема 1.4. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Сложный теплообмен излучением и конвекцией.
- Тема 1.5. Нагревание и охлаждение тел. Физическая сущность процессов. Критериальное и дифференциальное уравнения. Метод конечных разностей. Приближенные формулы расчета.

## Раздел 2. Теплотехнические основы тепловой работы печей

Тема 2.1. Развитие науки о печах.

Тема 2.2. 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 2.3. Вывод основных энергетических задач печи.

Тема 2.4. Граничные условия, применяемые при изучении тепловой работы печи.

Тема 2.5. Температурные режимы работы печей. Одноступенчатый температурный режим. Многоступенчатые температурные режимы.

Тема 2.6. Основные режимы теплопередачи в печах. Конвективный режим теплопередачи. Радиационный режим. Слоевой режим. Внутренний режим.

## Раздел 3. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы

Тема 3.1. Огнеупорные материалы, требования, классификация. Методы определения свойств

Тема 3.2. Составы и свойства огнеупорных материалов

Тема 3.3. Теплоизоляционные материалы, требования. Классификация

Тема 3.4. Естественные и искусственные теплоизоляционные материалы

## Раздел 4. Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии

Тема 4.1. Нагревательные печи. Анализ конструкций

Тема 4.2. Термические печи. Анализ конструкций.

Тема 4.3. Плавильные печи. Анализ конструкций.

## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

### Раздел 2. Теплотехнические основы тепловой работы печей

Тема 2.2. 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.

Содержание лабораторных занятий

Изучение тепловых процессов нагрева материалов в лабораторной печи сопротивления.

Тема 2.5. Температурные режимы работы печей. Одноступенчатый температурный режим. Многоступенчатые температурные режимы.

Содержание лабораторных занятий

Изучение тепловых режимов нагрева материалов в лабораторной печи сопротивления.

Тема 2.6. Основные режимы теплопередачи в печах. Конвективный режим теплопередачи. Радиационный режим. Слоевой режим. Внутренний режим.

Содержание лабораторных занятий

Изучение тепловых процессов теплоотдачи в окружающую среду.

## Содержание практических работ по СРП

### Раздел 1. Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах

Тема 1.2. Конвективный теплообмен. Физическая сущность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Применение теории подобия к изучению теплообмена.

Тема 1.3. Теплопроводность. Теплопроводность при стационарном и нестационарном состояниях.

Тема 1.4. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Сложный теплообмен излучением и конвекцией.

Тема 1.5. Нагревание и охлаждение тел. Физическая сущность процессов. Критериальное и дифференциальное уравнения. Метод конечных разностей. Приближенные формулы расчета.

## Содержание практических работ

Изучение методики расчета и приобретение навыков расчета теплопередачи в промышленных печах и нагрева тел с учетом процессов конвекции, теплопроводности и излучения.

Раздел 4. Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии

Тема 4.1. Нагревательные печи. Анализ конструкций.

## Содержание практических работ

Изучение методики расчета и приобретение навыков расчета и проектирования конструкций промышленных печей.

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

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### Вопросы к рейтинг-контролю 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 (ламинарное, турбулентное)Слой Прандтля.
17. Передача тепла излучением. Основные понятия. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
18. Излучение газов. Коэффициент теплообмена излучением.
19. Суммарная теплопередача.

#### Вопросы к рейтинг-контролю 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 к рейтинг-контролю 3

1. Классификация технологического топлива и основные 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.

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины -зачёт

#### Вопросы к зачёту

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.
6. Виды тепловых потерь печи. Тепловой баланс.
7. История развития науки о печах.
8. Технологические параметры нагрева материала.
9. Расчёта времени нагрева и выдержки тел при конечных температурах нагрева.
10. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.
11. Температурные режимы работы печей.
12. Конвективный режим теплопередачи.
13. Радиационный режим теплопередачи.
14. Слойовой режим теплопередачи .
15. Внутренний режим теплопередачи .
16. Классификация огнеупорных материалов.
17. Классификация теплоизоляционных материалов.
18. Теплотехнические характеристики огнеупорных материалов.
19. Теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов.
20. Передача тепла через плоскую стенку (однослойную и многослойную).
21. Передача тепла через цилиндрическую стенку и стенку сложной формы.
22. Теплопередача в нестационарном тепловом потоке.
23. Передача тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Понятия свободного и вынужденного движения газов.
24. Критерии подобия. Применение в расчетах технологических процессов.
25. Движение газов в каналах печи (ламинарное, турбулентное)Слой Прандтля.
26. Передача тепла излучением. Основные понятия. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
27. Излучение газов. Коэффициент теплообмена излучением.
28. Суммарная теплопередача.
29. Термические печи. Анализ конструкций.
30. Плавильные печи. Анализ конструкций.
31. Нагревательные печи. Анализ конструкций.
32. Уравнение Бернулли. Связь между давлениями.
33. Механика движения газов в печах. Основные понятия.
34. Понятия геометрического, пьезометрического и динамического давления.
35. Гидравлическое и местное сопротивление движению газов. Определение потери давления газов.
36. Свободное и вынужденное движение газов. Влияние топки и дымовых труб.
37. Теоремы подобия. Примеры применения.
38. Направление потоков при свободном и вынужденном движениях газов.
39. Приборы, двигающие газы (нагнетающие, вентиляторы, отсасывающие вентиляторы). Комбинированная тяга. Общие сведения. Труба.
40. Теория теплопередачи. Три способа передачи тепла.
41. Передача тепла теплопроводностью. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа включает в себя следующие виды работы студентов: работа с лекционным материалом, подготовка к лабораторным работам, подготовка к экзамену, подготовка рефератов и презентаций.

### Тематика самостоятельной реферативной работы студентов

Раздел 3. 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 4. 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 материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		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. 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>	
3. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424с.	2015	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472.</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	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22627">http://www.iprbookshop.ru/22627.</a>	



университет, ЭБС АСВ, 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> .

### 6.2. Периодические издания

Журналы «Вопросы материаловедения», «Материаловедение».

### 6.3. Интернет-ресурсы

[www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru),  
<http://xn--80aagiccszezsw.xn--plai/>  
<https://www.crys.ras.ru/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические/лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях.

Лекционные аудитории оборудованы проекторами. Ноутбук.

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

Рабочую программу составил  
 доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. В.Н.Шаршин



Рецензент  
 Заместитель генерального директора по производству  
 ООО «НПО «ИнЛитТех»



А.А. Крещик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМС  
 Протокол № 1 от 31.08 2021 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 № 1 от 31.08 2021 года

Председатель комиссии  В.А.Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины  
**«ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В МАТЕРИАЛАХ»**

образовательной программы направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленность: «Материаловедение и цифровые производственные технологии»  
(бакалавриат)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_ / В.А.Кечин \_\_\_\_\_  
*Подпись* *ФИО*