



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

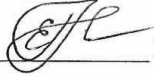
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

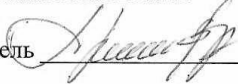
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

06.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры ТиЭС,

 В. Осколков

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",
канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики» является приобретение обучающимися теоретических знаний о факторах, определяющих свойства материалов, а также практических навыков контроля и прогнозирования свойств и поведения материалов в различных условиях их обработки и эксплуатации, необходимых для плодотворной проектно-конструкторской, организационно-управленческой, экспертной, надзорной, инспекционно-аудиторской и научно-исследовательской деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Безопасность жизнедеятельности

Продвижение научной продукции

Введение в направление

Математика

История теплоэнергетики

Физика

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Котельные установки и парогенераторы

Теплотехнический эксперимент

Проектная деятельность

Производственная-технологическая практика

Теория надежности теплоэнергетических систем

Теплоэнергетические системы промышленных предприятий

Курсовая научно-исследовательская работа

Энергосбережение и вторичные энергоресурсы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-5	Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок
ОПК-5. .1	Использует знания для нахождения и определения основных свойств конструкционных материалов
ОПК-5. .2	Проводит теплотехнические расчеты с учетом свойств конструкционных материалов
ОПК-5. .3	Разрабатывает теплотехническое оборудование с учетом свойств конструкционных материалов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 35 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Металлы теплоэнергетического оборудования								
1.1 Стали теплоэнергетического оборудования. Классификация и свойства конструкционных сталей.	5	4		2	4			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
1.2 Чугуны и цветные металлы и их сплавы.		2		2	4			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
1.3 Условия работы металлов теплоэнергетического оборудования.		2		4	4			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
Итого по разделу		8		8	12			
2. Методы и средства оперативного контроля механических характеристик теплоэнергетического оборудования.								
2.1 Методы и средства неразрушающего контроля энергетического оборудования. Общие сведения	5	2		4	9			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
Итого по разделу		2		4	9			
3. Неметаллические конструкционные материалы								
3.1 Общие характеристики неметаллических конструкционных материалов.	5	2			2			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
3.2 Огнеупорные материалы и изделия. Классификация и теплофизические		3		2	4			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3

3.3 Теплоизоляционные материалы и изделия.		1		2	3			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
3.4 Особенности службы и выбора огнеупорной футеровки.		2		2	5			ОПК-5. .1, ОПК-5. .2, ОПК-5. .3
Итого по разделу		8		6	14			
Итого за семестр		18		18	35		зао	
Итого по дисциплине		18		18	35		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования, презентационных материалов.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ и практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

При выполнении лабораторных работ используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде лабораторного анализа и эксперимента, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов. Например, структуру сплавов определяет каждый студент при изучении экспериментальных образцов, а анализ полученных результатов по единичным показателям, выполненных отдельными студентами, проводится групповым методом.

На практических занятиях студенты учатся решать задачи, связанные с выбором, перспективных и экономичных сталей и сплавов, наиболее прогрессивных технологий их термообработки, обеспечивающих уменьшение металлоемкости машин и сооружений, повышение долговечности и надежности, снижение энергетических и трудовых затрат.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434496>

2. Черепяхин, А. А. Материаловедение : учебник / А. А. Черепяхин, А. А. Смолькин. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 288 с. - (Бакалавриат). - 978-5-906818-56-0. - ISBN 978-5-16-104678-4. - URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/944309>

б) Дополнительная литература:

1. Дмитренко, В. П. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В.

П. Дмитренко, Н. Б. Мануйлова. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 432 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-010712-7. — URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/949728>

2. Адашкин, А. М. Материаловедение в станкостроении: учебник / А. М. Адашкин. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 320 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-107415-2. — URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/1010941>

3. Земсков, Ю. П. Материаловедение: учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113910>

в) Методические указания:

1. Материаловедение. Практикум. Емелюшин А.Н., Молочкова О.С., Петроченко Е.В. Магнитогорск. Изд. Центр ФГБОУ МГТУ им. Г.И. Носова. 2019. 64 с.

2. Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов : учебное пособие / Т. А. Орелкина, Е. С. Лопатина, Г. А. Меркулова, Т. Н. Дроздова, А. С. Надолько; под ред. Т. А. Орелкиной. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 214 с. - ISBN 978-5-7638-3936-4. - URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/1032141>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Технология конструкционных материалов"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система — Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

-мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

-специализированная мебель, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки:

-персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, читальные залы библиотеки.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

-специализированная мебель. Станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Задания для практических работ.

Вопросы для самостоятельной работы обучающихся

Тема 1.

1. В чём заключается предмет дисциплины материаловедение? Что изучает?
2. Какие методы обработки материалов вам известны? Приведите примеры.
3. Какие эксплуатационные свойства материалов следует учитывать при подборе материалов для определённого процесса?
4. Что называется «новыми материалами», приведите собственные примеры их внедрения в теплофизический процесс.
5. По каким признакам классифицируются материалы? Приведите примеры.
6. Какое строение имеют металлы. Перечислите элементарные частицы, которые образуют данное строение.
7. Какие бывают связи между элементарными частицами, приведите примеры материалов, имеющие данные типы связей.
8. В чём разница между металлами и неметаллами? Кратко охарактеризуйте каждый вид.
9. Какие материалы называются аморфными. Назовите известные вам аморфные материалы
10. Как характеризуются металлы по теплопроводности, назовите область применения каждого типа.
11. Что такое пористость? Как классифицируются металлы по пористости?
12. Характерная особенность полупроводников, какие полупроводники вам известны?
13. Дайте определение теплоёмкости системы. В чём физический смысл данного понятия?
14. Каким образом закон Фурье применим к материалам, в чём его роль в подборе материалов?
15. Какие материалы называются конструкционными, в чём их отличительные черты. Назовите известные вам такие материалы.
16. Что такое конструкционная прочность материалов?

Тема 2

1. Что называется сталью? В чём отличие стали от чугуна
2. Зачем применяются легирующие добавки? Как они классифицируются
3. Назовите какие существуют легирующие элементы, как они влияют на свойства материала?
4. Какие вредные примеси встречаются в материалах, почему они оказывают негативный эффект на материал?
5. Как классифицируются конструкционные стали, обозначение.
6. Дайте определения понятиям: прочность, пластичность, надёжность, долговечность
7. Какие существуют критерии прочности? (обозначение и единицы измерения)
8. Зачем нужны специальные свойства сталей? Какие специальные свойства вы знаете?
9. Перечислите критерии оценки жаропрочности
10. Какими физическими свойствами характеризуются стали?
11. На какие типы в зависимости от назначения делятся углеродистые стали?
12. Что обозначают буквами: сп, пс, кп?
13. Как изменяются свойства стали с повышением условного номера?
14. Где применяются низкоуглеродистые стали?
15. Как химические элементы в составе стали изменяют её свойства?
16. На какие классы разделяются высоколегированные стали? В чём особенности сталей этих классов?

Тема 3.

1. Что такое термическая обработка? Её виды?

2. Чем отличаются диффузионный и рекристаллизационный отжиг?
3. Назовите три вида отпуска
4. Как образуется металл шва? Что делают, чтобы получить металл шва, требуемого состава?
5. Чем различаются белый, серый, высокопрочный и ковкий чугуны?
6. В чём особенность цветных металлов? Перечислите цветные металлы
7. Где применяются цветные металлы и почему?

Тема 4.

1. Какие неметаллические строительные материалы называются огнеупорными?
2. Какие требования предъявляются к огнеупорным изделиям?
3. Каковы особенности кислых, нейтральных и основных материалов?
4. Перечислите рабочие свойства огнеупорных материалов. Чем они определяются?
5. Как подбирают огнеупорные материалы? Перечислите главные разрушающие факторы.
6. Как по условиям службы огнеупорной футеровки делятся все ВТТУ?
7. Как обеспечить длительную и надёжную работу гарнисажной футеровки?
8. Что такое теплоизоляционные материалы? Какие основные требования к ним предъявляются?
9. Назовите основные характеристики и классификации теплоизоляционных материалов.

Тема 5.

1. В чём состоит задача подбора конструкционного строительного материала?
2. Чем обусловлен износ конструкционных материалов, характер и интенсивность?
3. Какие марки стали используются для выполнения основных конструктивных элементов печей, каркасов, обшивки и т.д.?
4. Что такое мертельный раствор? Где он используется? Требования к раствору?
5. Когда и почему применяются бетон, железобетон и цемент?
6. Дайте определения основным конструктивным строительным частям ВТТУ
7. Как должна выполняться каждая из частей?
8. Как провести расчёт фундаментов и оснований?
9. Какие функции выполняет каркас?
10. Какие требования предъявляются к ограждениям?
11. Нарисуйте схему многослойного ограждения
12. В чём особенность ПОФ?
13. Назовите плюсы и минусы применения ПОФ в зоне воздействия расплавленной среды

Оценочные средства проведения промежуточной аттестации (зачета)

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-5 - Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок		
ОПК- 5.1	Использует знания для нахождения и определения основных свойств конструкционных материалов	<i>Примерные задания для зачета:</i> - Каковы размеры структурных элементов, которые можно увидеть (разрешить) с помощью оптического (светового) микроскопа? Как выбрать полезное увеличение микроскопа? Какова основная особенность приготовления объекта для микроскопического исследования? - Объяснить, зачем необходимо исследовать макроструктуру? Какими методами это можно сделать? Что может служить объектом макроанализа? - Каким методом можно установить тип кристаллической решетки металла и ее параметры? Какие типы решеток встречаются у металлов? Почему они называются плотноупакованными? - Приведите пример влияния типа связи (типа кристаллической решетки) на свойства материала. - Почему свойства кристаллического материала, измеренные в разных направлениях, могут отличаться? В каких материалах это явление не наблюдается и почему? - Почему при холодной пластической деформации (штамповке или вытяжке) могут образоваться фестоны по кромке (краю) изделия? - Объяснить, чем различаются α-железо, γ-железо и δ-железо? - Почему при холодной пластической деформации возрастают прочностные характеристики? Как это явление называется? В каких случаях это явление нежелательно? - Пояснить графически физический смысл понятия «равновесная температура кристаллизации (плавления)». Какое условие необходимо выполнить, чтобы начался процесс кристаллизации? - Объяснить, в чем отличие кривых охлаждения кристаллических и аморфных тел? Можно ли получить аморфный металл (металлическое стекло)? - Почему зерна закристаллизовавшегося металлического материала не имеют геометрически правильной формы? - Какую цель преследуют при введении в расплав (жидкий металл) модификаторов? Привести примеры

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		действия модификаторов. 13. Объяснить, в какой отливке зерно закристаллизовавшегося металла будет больше: при разливке жидкого металла в песчаную форму или в металлическую? 14. Объяснить к чему может привести перегрев расплава перед разливкой его в формы (изложницы)? 15. Объяснить, при какой деформации можно необратимо изменить форму, размеры и свойства материала – упругой или пластической?
ОПК-5.2	Проводит теплотехнические расчеты с учетом свойств конструкционных материалов	<i>Примерные задания для зачета</i> 1. Объяснить, как выбрать содержание углерода в стали для изготовления детали машин, конструкции или сооружения. 2. Как по структурному признаку можно определить сталь (белый чугун, серый чугун, половинчатый чугун, железо технической чистоты)? 3. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала. 4. Объяснить преимущества серого чугуна по сравнению со сталью. 5. Объяснить, можно ли использовать белый чугун в качестве конструкционного материала? 6. Объяснить, какая форма графита в меньшей степени ослабляет металлическую основу чугуна? Как получить такую форму графита в отливке? 7. Как получить отливку со структурой ковкого чугуна? Каковы разновидности структуры такого чугуна и его свойства? 8. Почему не происходит упрочнения стали при горячей пластической деформации при 1050 °С? 9. Почему деформация свинца (Тпл. = 327 °С) при комнатной температуре является горячей деформацией? 10. При рекристаллизационном отжиге холоднокатаной ленты из стали 08кп охлаждение в интервале температур 680 – 370 °С ведут с малой скоростью. Почему это необходимо? 11. Назначить режим рекристаллизационного отжига для ниоуглеродистой холоднокатаной листовой стали. 12. Как определяют склонность стали к росту зерна при нагреве? 13. Назначить режим полного отжига для стали марки 45. 14. Назначить режим нормализации для стали марки 45.
ОПК-5.3	Разрабатывает	<i>Примерные задания</i>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
	теплотехническое оборудование с учетом свойств конструкционных материалов	1. Объяснить, что происходит при формировании текстуры в деформированном материале? 2. Зачем требуется восстанавливать пластичность холоднодеформированного листа (калиброванной заготовки, волоченой проволоки)? Какой обработкой это можно сделать? 3. Объяснить какое свойство материала характеризует твердость. На чем основываются методы измерения твердости? В чем их отличие? 4. Как проводят испытание на ударную вязкость? Какова его цель? 5. С какой целью проводят усталостные испытания? 6. Выбрать термическую обработку для исправления видманштеттовой структуры в стальной отливке. 7. Выбрать термическую обработку для исправления крупнозернистой структуры горячекатаной стали. 8. Выбрать закалочную среду, обеспечивающую наибольшую прокаливаемость углеродистой стали. 9. Выбрать закалочную среду для закали легированной углеродистой стали. 10. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий сохранение высокой твердости. 11. Выбрать режим отпуска закаленной стали, обеспечивающий высокие упругие свойства

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Критерии оценки:

- на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень обученности: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень обученности: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.