



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

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ТЕПЛОФИЗИКА**

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Гидрометаллургия благородных и редких металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	2

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

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

11.02.2021, протокол № 6

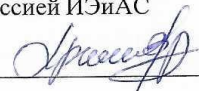
Зав. кафедрой



Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель



В.Р. Храшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых



И.А. Гришин

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры ТиЭС



М.С. Соколова

Рецензент:

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



В.Н. Михайловский



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

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕПЛОФИЗИКА***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Гидрометаллургия благородных и редких металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	2

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

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

11.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных  
ископаемых

\_\_\_\_\_ И.А. Гришин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, \_\_\_\_\_ М.С. Соколова

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 2022 - 2023 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 2023 - 2024 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 2024 - 2025 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 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

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Теплофизика» является изучение фундаментальных законов переноса теплоты, современной теории теплообмена и применение их в тепловых расчетах нагрева и охлаждения тел различной формы с различными теплофизическими свойствами; формирование у студентов, на основе полученных знаний и умений, навыков их применения в профессиональной деятельности при решения профессиональных задач.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теплофизика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

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

Основы динамики массопереноса

Гидрометаллургические процессы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплофизика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений
ОПК-2.1	Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач
ОПК-2.2	Проводит оценку проектных решений и инженерных задач, в том числе экологическую
ОПК-2.3	Анализирует и оценивает работоспособность предприятия (технических объектов, систем и процессов) с учетом социальных ограничений

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,4 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 95,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Раздел 1. Понятие теплопередачи								
1.1 Термодинамика и механика газов. Основные сведения. Энтальпия, теплота. Основные уравнения течения газа. Основные сведения из механики газов.	2	0,3		1/0,5И	15	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка соответствующих вопросов раздела 6.	Конспект лекций	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.2 Режимы движения жидкости. Истечение газа через отверстия. Уравнение Бернулли. Струйное движение газа. Тепло- и массоперенос. Явления, законы и уравнения переноса вещества, тепла и импульса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия.		0,4	0,75	0,5/0,2И	15	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка соответствующих вопросов раздела 6.	Конспект лекций.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.3 Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме. Теплопередача		0,3	0,75	1/0,2И	14	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка соответствующих вопросов раздела 6.	Конспект лекций.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.4 Конвективный тепло- и массоперенос при свободном и вынужденном течении. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Радиационный тепло- и массоперенос. Основные понятия и законы. Виды лучистых потоков. Сложный теплообмен.		0,4	0,5	0,5/0,5И	15	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка соответствующих вопросов раздела 6.	Конспект лекций.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

Итого по разделу	1,4	2	3/1,4И	59			
2. Раздел 2. Теплогенерация							
2.1 Теплогенерация за счет сжигания топлива. Основные характеристики топлива. Основы теории горения.	2	0,3		0,5/0,5И	16	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка соответствующих вопросов раздела 6.	Конспект лекций. ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.2 Расчеты полного и неполного горения топлива. Устройства для сжигания топлива. Теплогенерация за счет электроэнергии.		0,3		0,5/0,5И	20,7	Самостоятельное изучение учебной литературы. Проработка соответствующих вопросов раздела 6.	Конспект лекций. ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		0,6		1/1И	36,7		
Итого за семестр		2	2	4/2,4И	95,7		зачёт
Итого по дисциплине		2	2	4/2,4И	95,7		зачет



## 5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплофизика» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на конспиративных, а также при текущем и промежуточном контроле.

## 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. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Я. Дзюзер. Санкт-Петербург: Лань. 2017. 384 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93750/#1>

2. Смирнов, В. Г. Теплофизика : учебное пособие / В. Г. Смирнов, В. В. Дырдин, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 171 с. — ISBN 978-5-00137-007-9. Режим доступа URL: <https://e.lanbook.com/book/115162>

### б) Дополнительная литература:

1. Кудинов, А.А. Газодинамика: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов. М.: ИНФРА-М. 2018. 336 с. <http://znanium.com/catalog/product/918073>

2. Кудинов, А.А. Теплообмен: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов. М.: НИЦ ИНФРА-М. 2015. 375 с. <http://znanium.com/catalog/product/463148>

3. Брюханов, О.Н. Шевченко, С.Н. Теплообмен: Учебник [Текст] / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. М.: НИЦ Инфра-М. 2012. 464 с.

<http://znanium.com/catalog/product/258657>.

4. Кудинов, А. А. Горение органического топлива: Учебное пособие / Кудинов А.А. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009439-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441989>

**в) Методические указания:**

1. Матвеева, Г. Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена : учебное пособие/ Г. Н. Матвеева, Ю. И. Тартаковский, Б. К. Сеничкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Пинтя, Т. Н. Экспериментальное исследование процессов термодинамики. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. Н. Пинтя ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1242.pdf&show=dcatalogues/1/1123323/1242.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также

**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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно
Adobe Reader	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>

### **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.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: - доска, мел.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

- лаборатория термодинамики: комплекс лабораторных установок по технической термодинамике, комплекс лабораторных установок по изучению процессов теплопередачи, ЛАТР; электропечи, ротационные насосы.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

- лаборатория тепломассообмена: установка по определению угловых коэффициентов излучения; установка по изучению процессов кипения жидкости; электропечи, трансформатор; пирометр Testo 830-11, Roynger-89, Проминь.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся:

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

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### 6.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля

1. Основные закономерности механики печных газов.
2. Свободные и частично ограниченные струйные течения.
3. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.
4. Потери энергии при движении газов.
5. Виды переноса теплоты. Основные понятия и определения.
6. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия.
7. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него.
8. Стационарная и нестационарная теплопроводность
9. Конвективный теплообмен при свободном и вынужденном движении газов.
10. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
11. Теплообмен излучением. Виды лучистых потоков.
12. Особенности излучения газов.
13. Теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве.
14. Угловые коэффициенты излучения.
15. Теплообмен излучением при наличии экранов между поверхностями.
17. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
18. Основы расчета нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
19. Химическая энергия.
20. Разрушение и образование молекулярных связей. Выделение и поглощение энергии.
21. Основные энергетические ресурсы химические реакции энергетики.
22. Основные устройства генерации и использования химической энергии.
23. Разрушение и образование атомных связей.
24. Выделение и поглощение энергии.
24. Солнечное излучение. Характеристика.
25. Аккумуляция тепла. Типы аккумуляторов.
26. Тепловая энергия окружающей среды.

### 6.2 Перечень вопросов-тестов для текущего контроля

1. В каких единицах измеряется количество теплоты?
  1. °С;
  2. кг/м;
  3. Дж;
  4. Н/м
2. Полным тепловым потоком называется количество теплоты, проходящей через:
  1. Единичную площадь поверхности в единицу времени;
  2. Полную поверхность в единицу времени;
  3. Произвольную поверхность за некоторый промежуток времени;
  4. Единичную площадь поверхности за некоторый промежуток времени.
3. Теплопроводность – это:
  1. Перенос теплоты в результате перемещения или перемешивания неравномерно нагретых жидкостей или газов;
  2. Процесс преобразования внутренней энергии тела в энергию электромагнитных волн;

3. Поглощение энергии излучения другим телом;
  4. Молекулярный способ переноса теплоты.
4. Что обозначает знак « - » в формуле закона Фурье  $q = -\lambda \text{grad} t$ ?
1. Передача теплоты от меньшей температуры к большей;
  2. Несовпадение направления теплового потока с направлением вектора температурного градиента;
  3. Передача от одной изотермы к другой;
  4. Направление теплового потока.
5. Теплопроводность каких материалов наибольшая?
1. Металлов;
  2. Газов;
  3. Твердых тел - диэлектриков;
  4. Жидкостей.
6. От каких параметров зависит коэффициент теплопроводности?
1. От вида движения жидкости;
  2. От температуры и физических свойств веществ;
  3. От массы и площади поверхности тела;
  4. От количества подведенной теплоты.
7. Какое из приведенных выражений характеризует стационарную теплопроводность?
1.  $\frac{\partial t}{\partial \tau} \neq 0$ ;
  2.  $\frac{\partial t}{\partial \tau} > 0$ ;
  3.  $\frac{\partial t}{\partial \tau} < 0$ ;
  4.  $\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$
8. Какое из уравнение плотности теплового потока соответствует переносу теплоты теплопроводностью через однослойную плоскую стенку:
1.  $q = \frac{\delta}{\lambda}(t_2 - t_1)$ ;
  2.  $q = -\lambda \text{grad} t$ ;
  3.  $q = \alpha(t_2 - t_1)$ ;
  4.  $q = \frac{\lambda}{\delta}(t_2 - t_1)$ .

9. По какому из уравнений рассчитывается теплопередача через стенку?

1.  $q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}$
2.  $q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$
3.  $q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$

10. Указать, какому интервалу значений коэффициента  $\lambda$  соответствует теплопроводность сталей.
1. 20 – 50 Вт/(м гр)
  2. 0,07 – 4 Вт/(м гр)
  3. 0,007 – 0,07 Вт/(м гр)

11. В каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?

1.  $\frac{Вт}{м^2}$ ;
2.  $\frac{Вт}{м^2 \cdot град}$ ;
3.  $\frac{Вт}{м \cdot град}$ ;
4.  $Вт$ .

12. Укажите, какое из выражений является дифференциальным уравнением теплопроводности:

1.  $q = -\lambda \frac{dt}{dn}$ ;
2.  $\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$ ;
3.  $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t$ ;
4.  $\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0$

13. Что характеризует коэффициент температуропроводности:

1. Передачу теплоты от одной жидкости к другой;
2. Отношение способности тела проводить теплоту к способности аккумулировать ее;
3. Передачу теплоты на границе раздела сред;
4. Способность передавать теплоту через стенку

14. Как задаются граничные условия первого рода:

1. Задается температура на границе контакта двух тел;
2. Задается температура на поверхности тела как функция координат и времени;
3. Задается тепловой поток, как функция координат и времени;
4. Задается температура окружающей среды.

15. Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты:

1. От одной жидкости к другой;
2. Внутри твердых стенок;
3. От одной жидкости к другой через разделительную стенку;
4. От жидкостей к твердым стенкам.

16. По какому закону распределяется температура в цилиндрической стенке:

1. По линейному;
2. По параболе;
3. По логарифмическому;
4. По гиперболу.

17. Число Фурье определяет:

1. Режим движения жидкости;
2. Термическую массивность тел;
3. Безразмерное время нагрева;
4. Физические параметры вещества.

18. При каких значениях числа Био тело является термически тонким:

1.  $Bi \rightarrow 0$ ;
2.  $Bi \rightarrow \infty$ ;
3.  $Bi < 0$ ;
4.  $Bi = 25$ .

### 6.3 Перечень практических заданий для текущего контроля

#### Задача 1

Сколько нужно кислорода для полного сжигания 1 м<sup>3</sup> топлива следующего состава:

CH <sub>4</sub> =.....%	CO =.....%
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> =.....%	H <sub>2</sub> =.....%
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> =.....%	CO <sub>2</sub> =.....%
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> =.....%	N <sub>2</sub> =.....%
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> =.....%	H <sub>2</sub> O=.....%
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> =.....%	O <sub>2</sub> =.....%

#### Задача 2

Сколько нужно воздуха для полного сжигания 1 м<sup>3</sup> топлива следующего состава:

CH <sub>4</sub> =.....%	CO =.....%
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> =.....%	H <sub>2</sub> =.....%
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> =.....%	CO <sub>2</sub> =.....%
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> =.....%	N <sub>2</sub> =.....%
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> =.....%	H <sub>2</sub> O=.....%
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> =.....%	O <sub>2</sub> =.....%

#### Задача 3

Сколько нужно воздуха для полного сжигания 1 кг топлива следующего состава:

C <sup>O</sup> =.....%	S <sup>Γ</sup> =.....%
H <sup>O</sup> =.....%	A <sup>C</sup> =.....%
O <sup>O</sup> =.....%	W <sup>P</sup> =.....%
N <sup>O</sup> =.....%	

#### Задача 4

Сколько нужно кислорода для полного сжигания 1 кг топлива следующего состава:

C <sup>O</sup> =.....%	S <sup>Γ</sup> =.....%
H <sup>O</sup> =.....%	A <sup>C</sup> =.....%
O <sup>O</sup> =.....%	W <sup>P</sup> =.....%
N <sup>O</sup> =.....%	

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2 - Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений		
ОПК-2.1	Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Термодинамика и механика газов.</li> <li>2. Энтальпия, теплота.</li> <li>3. Основные уравнения течения газа.</li> <li>4. Основные сведения из механики газов.</li> <li>5. Режимы движения жидкости.</li> <li>6. Истечение газа через отверстия.</li> <li>7. Уравнение Бернулли. Струйное движение газа.</li> <li>8. Тепло- и массоперенос.</li> <li>9. Явления, законы и уравнения переноса вещества, тепла и импульса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия.</li> </ol>
ОПК-2.2	Проводит оценку проектных решений и инженерных задач, в том числе экологическую	<p><b>Примерное практическое задание для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких единицах измеряется количество теплоты? <ol style="list-style-type: none"> <li>1. °С;</li> <li>2. кг/м;</li> <li>3. Дж;</li> <li>4. Н/м</li> </ol> </li> <li>2. Теплопроводность каких материалов наибольшая? <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металлов;</li> <li>2. Газов;</li> <li>3. Твердых тел - диэлектриков;</li> <li>4. Жидкостей.</li> </ol> </li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>3. От каких параметров зависит коэффициент теплопроводности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От вида движения жидкости;</li> <li>2. От температуры и физических свойств веществ;</li> <li>3. От массы и площади поверхности тела;</li> <li>4. От количества подведенной теплоты.</li> </ol> <p>4. Какое из уравнение плотности теплового потока соответствует переносу теплоты теплопроводностью через однослойную плоскую стенку:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = \frac{\delta}{\lambda}(t_2 - t_1);</math></li> <li>2. <math>q = -\lambda gradt;</math></li> <li>3. <math>q = \alpha(t_2 - t_1);</math></li> <li>4. <math>q = \frac{\lambda}{\delta}(t_2 - t_1).</math></li> </ol> <p>5. По какому из уравнений рассчитывается теплопередача через стенку?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}</math></li> <li>2. <math>q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}</math></li> <li>3. <math>q = \frac{t_{жс1} - t_{жс2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}</math></li> </ol> <p>6. Указать, какому интервалу значений коэффициента <math>\lambda</math> соответствует теплопроводность сталей.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20 – 50 Вт/(м °С )</li> <li>2. 0,07 – 4 Вт/(м °С )</li> <li>3. 0,007 – 0,07 Вт/(м °С)</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>7. В каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{Вт}{м^2}</math>;</li> <li>2. <math>\frac{Вт}{м^2 \cdot град}</math>;</li> <li>3. <math>\frac{Вт}{м \cdot град}</math>;</li> <li>4. <math>Вт</math>.</li> </ol> <p>8. Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От одной среды к другой;</li> <li>2. Внутри твердых стенок;</li> <li>3. От одной среды к другой через разделительную стенку;</li> <li>4. От жидкостей к твердым стенкам.</li> </ol> <p>9. Число Фурье определяет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Режим движения жидкости;</li> <li>2. Термическую массивность тел;</li> <li>3. Безразмерное время нагрева;</li> <li>4. Физические параметры вещества.</li> </ol>
ОПК-2.3	Анализирует и оценивает работоспособность предприятия (технических объектов, систем и процессов) с учетом социальных ограничений	<p><b>Пример задания на решение задач из профессиональной области:</b></p> <p>Задача 1. Плоская печная стенка состоит из слоя огнепорного материала толщиной <math>S_1</math>, м и теплоизоляционного слоя толщиной <math>S_2</math>, м. Коэффициенты теплопроводности слоев равны: первого <math>\lambda_1</math>, Вт/(м К), второго <math>\lambda_2</math>, Вт/(м К). Температура газов омывающих внутреннюю поверхность стенки <math>t_g</math>, °С; коэффициент теплоотдачи к внутренней стенке <math>\alpha_1</math>, Вт/(м·К); от наружной стенки к воздуху <math>\alpha_2</math>, Вт/(м·К). Площадь стен <math>f</math>, м. Температура воздуха,</p>



3	С удвоенной тепловой изоляцией									
	тепловые показатели									
	температуры полученные									
	аналитически									
	графически									
4	Снижение потерь теплоты по сравнению:									
	с первым вариантом									
	с вторым вариантом									
	с третьим вариантом									

Приложение 2

№ варианта	Данные условия задачи №1								
	$S_1$ , м	$S_2$ , м	$\lambda$ , Вт/мК	$\lambda$ , Вт/мК	$t_r$ , °С	$t_b$ , °С	$\alpha_1$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$\alpha_2$ , Вт/м <sup>2</sup> К	f
1	0,23	0,115	1,0	0,1	1000	15	100	20	15
2	0,23	0,23	1,2	0,1	900	10	120	20	12
3	0,46	0,065	0,9	0,3	1200	20	80	19	18
4	0,46	0,115	1,3	0,2	1350	5	150	18	15
5	0,345	0,23	1,2	0,4	850	10	120	20	11
6	0,23	0,115	1,1	0,3	850	8	110	21	10
7	0,345	0,065	1,4	0,2	900	20	130	17	14
8	0,46	0,10	1,6	0,1	1200	30	100	15	17
9	0,23	0,130	1,1	0,15	900	10	120	15	13
10	0,46	0,23	1,0	0,3	1300	15	140	16	12
11	0,46	0,13	0,9	0,35	1200	10	130	17	15
12	0,46	0,10	1,0	0,25	1250	5	115	20	18
13	0,23	0,23	1,1	0,3	800	15	100	19	10
14	0,23	0,115	0,9	0,3	800	20	110	15	12
15	0,345	0,10	1,2	0,1	1000	30	115	15	14
16	0,345	0,23	1,0	0,2	1100	10	110	18	10
17	0,345	0,115	1,3	0,2	1000	10	125	20	11
18	0,46	0,23	1,1	0,1	800	5	100	20	18
19	0,46	0,115	1,3	0,2	1000	20	15	17	20
00	0,23	0,23	1,1	0,1	800	5	100	20	18

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплофизика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности компетенций, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций: всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности; основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации; 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 «**не зачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

