

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
Юнаков Л. П.  
(подпись)      ФИО  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Савченко Григорий Борисович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

Особенности технической термодинамики различных типов двигателей и основы тепломассопереноса  
Основ теплопередачи (теплопроводность, конвекция)

Теорию тепломассобмена и теплопередачи, применительно к авиационным газотурбинным двигателям.

на уровне представлений:

- основные законы теплопередачи в двигателях;

на уровне воспроизведения:

- методы анализа эффективности работы двигателей ЛА;

- расчет тепловых потоков

на уровне понимания:

- выполнения теплотехнических расчетов для эскизного проектирования оборудования;

*умения:*

- методы и алгоритмы анализа теплового режима двигателей ЛА

*практические:*

- проводить анализ работы тепловых машин и установок;

*навыки:*

- решения задач при проектировании узлов теплового оборудования энергетических установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД, ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1
3	5	<b>Раздел 1. Теплопроводность.</b> Закон Фурье. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность и теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки. Расчет нагрева и охлаждения термически тонких тел. Методы решения задач стационарной теплопроводности. Нестационарная теплопроводность. Методы решения задач нестационарной теплопроводности.	39	24	12	6	6	15	40
3	5	<b>Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.</b> Основные понятия, определения, положения. Основные положения теории подобия. Теоремы подобия. Основные критерии и критериальные уравнения конвективного теплообмена. Теплоотдача при внешнем обтекании тел. Интенсификация процессов теплообмена. Эффективность обтекания тракта охлаждения. Методы решения задач конвективного теплообмена.	39	24	12	6	6	15	40
3	5	<b>Раздел 3. Тепловое излучение.</b> Теплообмен излучением. Законы излучения. Излучение нечерных тел. Теплообмен в прозрачной и в поглощающей средах. Методы решения задач лучистого теплообмена.	30	20	10	5	5	10	20
<b>Всего за 5 семестр</b>			108	68	34	17	17	40	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	17	17	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Изучение процесса передачи тепла за счет теплопроводности в стационарном режиме. Решение практических задач по разделу.	6
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Изучение процесса теплообмена за счет конвекции. Решение практических задач по разделу.	6
3	Раздел 3. Тепловое излучение.	Изучение особенностей теплообмена излучением. Решение практических задач по разделу.	5
<b>Всего за 5 семестр</b>			17

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Выполнение и защита лабораторной работы «Определение коэффициента теплопроводности».	6
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Выполнение и защита лабораторной работы «Теплоотдача при конвекции».	6
3	Раздел 3. Тепловое излучение.	Выполнение и защита лабораторной работы «Определение коэффициента излучения».	5
<b>Всего за 5 семестр</b>			17

#### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	7
2		Проработка материалов практических занятий	4
3		Проработка материалов лабораторной работы	4
4	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	7
5		Проработка материалов практических занятий	4
6		Проработка материалов лабораторной работы	4
7	Раздел 3. Тепловое излучение.	Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4

8	Проработка материалов практических занятий	3
9	Проработка материалов лабораторной работы	3
<b>Всего за 5 семестр</b>		<b>40</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	КПос	КПос	КПос	КПос	КПос	ДР	КПос	ЛР, КПос	КПос	ДР	КПос	ЛР, КПос	КПос	КПос	КПос	ДР	Вопр.Диф.Зач, КПос, ДЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 1980, 74 экз.
2. В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, эл. рес.
3. В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, эл. рес.
4. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 84 экз.
5. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
6. Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

1. Проектор.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Лабораторные стенды по термодинамике и теплопередаче.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания для решения инженерных задач профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением вопросов теплообмена в различных его проявлениях.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Теплопроводность.</b>		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1)	7
Проработка материалов практических занятий	В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (3)	4
Проработка материалов лабораторной работы	Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1, 2) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (2)	4
Итого по разделу 1		15
<b>Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.</b>		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (3)	7
Проработка материалов практических занятий	Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1, 6) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (4)	4
Проработка материалов лабораторной работы	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	4
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Тепловое излучение.</b>		
Углубленная проработка разделов курса по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Исследование процессов теплообмена: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (3) В. В. Нащокин. . Техническая термодинамика и теплопередача: М.: Высшая школа, 1980 (5)	4
Проработка материалов практических занятий	Ю. А. Душин. . Термодинамика и тепло-массопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1, 6) В. В. Сахин, В. П. Шалимов. . Теплопередача: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (4)	3
Проработка материалов лабораторной работы	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4)	3
Итого по разделу 3		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- контроль посещаемости;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Домашнее задание представляет собой самостоятельное решение задач по разделу в соответствии с программой. Задачи представлены в УМК дисциплины. Отчет по ДЗ должен быть представлен в виде решения не менее 80% задач, включая путь решения, использованные уравнения, подставленные значения и численный результат с размерностями. При оформлении ДЗ обязательное требование - наличие титульного листа установленной в БГТУ "ВОЕНМЕХ" формы.

#### Контроль посещаемости

Аттестация проставляется при условии посещения не менее 75 % занятий. Отработка пропущенных занятий не требуется.

#### Лабораторная работа

Допуск к ЛР.

Допуск к выполнению ЛР происходит только после проведения инструктажа по технике безопасности при предоставлении студентом в письменном виде описания, содержащего постановку задачи ЛР, план выполнения ЛР и цели предполагаемого исследования.

Отчет по ЛР.

Отчет по ЛР представляется в рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном по лабораторной работе. Защита отчета происходит в форме доклада студента по лабораторной работе и ответов студента на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчета, уровень знания и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает зачет по данной ЛР.

Основанием для доработки могут служить:

- небрежное выполнение;
  - низкое качество графического материала;
- отчет не может быть принят и подлежит переработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов;
  - отсутствия необходимого графического материала;
  - некорректной обработки результатов вычислений;
  - некорректных выводов по выполненной работе

Защита лабораторной работы может быть признана неудовлетворительной в случае низкого уровня знаний студента по теме лабораторной работы.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету охватывают весь курс в соответствии с программой и представлены в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Необходимым условием получения дифференцированного зачёта является выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Зачет может проходить в одной из двух форм:

Дифференцированный зачет проходит в форме тестирования. Тест содержит 20 вопросов. Вопросы тестирования представлены в УМК дисциплины.

Более 90% теста решено правильно – зачтено-отлично.

Более 80% теста решено правильно – зачтено-хорошо.

Более 60% теста решено правильно – зачтено-удовлетворительно.

Менее 60% теста решено правильно – не зачтено.

По желанию студента зачет может проходить по билету, с ответом на три вопроса (по одному из каждого раздела). Вопросы представлены в УМК дисциплины.

Ответ на «зачтено-удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Ответ на «зачтено-хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Ответ на «зачтено-отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка "вопросы по разделу" со степенью полноты ответа не менее 60% по каждому.

"Не зачтено" может быть поставлено при отсутствии ответа на один или оба вопроса билета, а также при полноте ответа ниже 60%.

При различии полноты ответа на два вопроса свыше 20%, полнота ответа на экзаменационный билет оценивается по среднеарифметическому значению.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	
3	5	Раздел 1. Теплопроводность.	39	24	12	6	6	15	40	Лабораторная работа, Контроль посещаемости, Домашнее задание
3	5	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	39	24	12	6	6	15	40	Лабораторная работа, Контроль посещаемости, Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Тепловое излучение.	30	20	10	5	5	10	20	Лабораторная работа, Контроль посещаемости, Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-1

№ 1	Вопросы открытого типа:
	Какой закон изменения температуры в соответствующих стенках? (при $\lambda = \text{const}$ )
	Плоская – Цилиндрическая – Сферическая -
№ 2	Порядок (алгоритм) расчета конвективного теплообмена.
№ 3	Запишите развернутый обоснованный ответ Система уравнений конвективного теплообмена
№ 4	Запишите развернутый обоснованный ответ Какие имеются способы задания граничных условий теплообмена теплопроводностью.
№ 5	Запишите развернутый обоснованный ответ Перечислить условия однозначности для решения задач теплообмена
№ 6	Запишите развернутый обоснованный ответ Раскройте физический смысл критерия Нуссельта  Выбрать правильный ответ и записать аргументы, обосновывающие правильность ответа  Динамический определяющий критерий, определяющий соотношение сил, влияющих на интенсивность вынужденной конвекции  Тепловой определяемый критерий, характеризующий интенсивность теплообмена за счет конвекции
№ 7	Тепловой определяющий критерий, определяющий интенсивность теплообмена при естественной конвекции Раскройте физический смысл критерия Грасгофа  Выбрать правильный ответ и записать аргументы, обосновывающие правильность ответа  Динамический определяющий критерий, определяющий соотношение сил, влияющих на интенсивность вынужденной конвекции  Тепловой определяемый критерий, характеризующий интенсивность теплообмена за счет конвекции
№ 8	Тепловой определяющий критерий, определяющий интенсивность теплообмена при естественной конвекции Раскройте физический смысл критерия Рейнольдса  Выбрать правильный ответ и записать аргументы, обосновывающие правильность ответа  Динамический определяющий критерий, определяющий соотношение сил, влияющих на интенсивность вынужденной конвекции  Тепловой определяемый критерий, характеризующий интенсивность теплообмена за счет конвекции
№ 9	Тепловой определяющий критерий, определяющий интенсивность теплообмена при естественной конвекции Основной закон излучения в прозрачной среде  Выбрать правильный ответ и записать аргументы, обосновывающие правильность ответа  Уравнение Ньютона- Рихмана, Уравнение Планка
№ 10	Дифференциальное уравнение теплопроводности Уравнение теплового потока при конвективном теплообмене

Выбрать правильный ответ и записать аргументы, обосновывающие правильность ответа

Уравнение Ньютона- Рихмана,

Уравнение Планка

№ 11 Дифференциальное уравнение теплопроводности  
Дифференциальное уравнение теплопроводности

Запишите развернутый обоснованный ответ

*Вопросы закрытого типа:*

№ 1 Если  $Nu_1 > Nu_2$ , это означает:

- 1) Во втором случае интенсивность теплообмена ниже
- 2) Во втором случае интенсивность теплообмена выше
- 3) Во втором случае интенсивность конвективного теплообмена выше
- 4) Во втором случае интенсивность конвективного теплообмена ниже

№ 2 Основные критерии конвективного теплообмена, и их уравнение.

1. Нуссельта:
2. Рейнольдса.
3. Грасгофа.
4. Фурье
5. Прандтля.

А

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda_{ж}}$$

Б

$$Re = \frac{wl}{\nu} = \frac{\rho wl}{\mu}$$

В

$$Gr = \beta \frac{gl^3}{\nu^2} \Delta T$$

Г

$$Fo = \frac{a\tau}{l^2}$$

Д

$$Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{\mu C_p}{\lambda}$$

№ 3 Основные критерии конвективного теплообмена, их физический смысл.

1. Нуссельта:
2. Рейнольдса.
3. Грасгофа.



4. Фурье

5. Прандтля.

А Характеризует соотношение интенсивностей тепловых потоков конвективного и за счет теплопроводности.

Б Характеризует соотношение инерциальных сил к силам вязкого трения.

В Характеризует соотношение подъемных сил к силам вязкого трения.

Г. Характеризует отношение времени протекания процесса  $\tau$  к времени перестройки температурного поля среды

Д Характеризует теплофизические свойства среды, в частности соотношение толщин теплового и динамического пограничных слоев.

№ 4

Какой режим теплообмена описывается уравнением

$$Nu = C Re^a Gr^b Fo^c M^d$$

1) Стационарная смешанная конвекция несжимаемой жидкости

2) Нет правильных ответов

3) Нестационарная смешанная конвекция сжимаемой жидкости

Стационарная смешанная конвекция сжимаемой жидкости

№ 5

Указать ответ, наиболее полно отражающий факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи

1) Скорость движения жидкости, динамическая вязкость, шероховатость поверхности, коэффициент теплопроводности жидкости и стенки

2) Характер движения жидкости, динамическая вязкость, шероховатость поверхности, коэффициент теплопроводности жидкости и стенки

3) Характер движения жидкости, скорость движения жидкости динамическая вязкость, шероховатость поверхности, коэффициент теплопроводности жидкости

Критерии Рейнольдса, Нуссельта, Прандтля и Грасгофа

№ 6

Какие параметры влияют на величину теплопроводности жидких и газообразных сред?

1) Химический состав, давление

2) Температура, химический состав, давление

3) Температура, давление

Градиент температуры

№ 7

В чем отличие излучения реального тела от излучения серого тела?

1) Степень черноты меньше единицы

2) Коэффициент пропускания неодинаков для разных длин волн

3) У реального тела коэффициент поглощения меньше, чем у серого.

У серого тела интегральный коэффициент поглощения меньше, чем у серого

№ 8

В чем отличие излучения реального тела от излучения серого тела?

1) Степень черноты меньше единицы

2) Коэффициент пропускания неодинаков для разных длин волн

3) У реального тела коэффициент поглощения меньше, чем у серого.

У серого тела интегральный коэффициент поглощения меньше, чем у серого

№ 9

Какие виды теплообмена протекают в газовых и жидких средах?

- 1) Конвекция,  
 2) Конвекция, теплопроводность  
 3) Конвекция, излучение,  
 4) Конвекция, излучение, теплопроводность  
 № 10 Уравнение Фурье это:

$$1) \bar{q} = -\lambda \cdot \text{grad} T$$

$$2) \bar{q} = \lambda \cdot \text{grad} T$$

$$3) \bar{q} = -\lambda \cdot F \text{grad} T$$

$$4) Fo = \frac{a \tau}{l^2}$$