

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	51	17	17	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Герлиман Елена Михайловна, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Лаптинская Мария Михайловна, ассистент

\_\_\_\_\_

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Шалимов Виталий Петрович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., 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-5 — способность использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
ПСК-1.1 — способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-5**

*знания:*

теоретические основы и иметь практические навыки использования закономерностей основных процессов теплообмена;;;

*умения:*

составлять систему уравнений теплоотдачи, граничные и начальные условия конкретной задачи теплообмена;;

*навыки:*

тепловой расчет основных элементов конструкций объектов АРКТ;

### **ПСК-1.1**

*знания:*

Основные виды теплообмена. Теория пограничного слоя. Теория конвективной теплоотдачи;

*навыки:;*

*умения:*

формулировка математических моделей процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные, определять их тип, характерные параметры, взаимосвязь их характеристик;;;

*навыки:*

решение математических моделей процессов теплопередачи при различных граничных и начальных условиях;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ, ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

### 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-5	ПСК-1.1
3	5	<b>Раздел 1. Основные понятия и определения теплопередачи.</b> 1.1. Теплопередача как сложный процесс теплообмена. Температурное поле в подвижной среде. Градиент температуры. Тепловой поток. 1.2. Физическая схемы и математические модели переноса теплоты. Элементарные процессы теплообмена.	6	3	3	0	0	3	20	20
3	5	<b>Раздел 2. Теплопроводность.</b> 2.1. Закон Фурье. Дифференциальные уравнения теплопроводности. Условия однозначности для решения задач теплопроводности. 2.2. Стационарная теплопроводность, уравнение Лапласа в задачах теплопроводности на примере теплопроводности стенки и ребра. 2.3. Нестационарная теплопроводность. Решение нестационарной теплопроводности на примере неограниченной пластины.	41	19	5	7	7	22	30	30
3	5	<b>Раздел 3. Конвективный теплообмен.</b> 3.1. Гипотеза Ньютона о теплоотдаче. Виды теплоотдачи. Критерии подобия и критериальные уравнения теплоотдачи. 3.2. Интенсивность теплоотдачи. Способы её изменения. Учёт особенностей процесса.	28	14	5	4	5	14	20	20
3	5	<b>Раздел 4. Теплообмен тепловым излучением.</b> 4.1. Основные законы излучения. Абсолютно чёрное и серое тело. Расчёт теплообмена в системе реальных тел. 4.2. Особенности излучения газов.	18	8	2	3	3	10	20	20
3	5	<b>Раздел 5. Теплопередача.</b> 5.1. Теплопередача через плоскую стенку. Тепловая изоляция стенки. Интенсификация теплопередачи оребрением поверхности стенки. 5.2. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Тепловая изоляция труб.	15	7	2	3	2	8	10	10
Всего за 5 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Теплопроводность.	Решение задач стационарной и нестационарной теплопроводности в элементах конструкции энергетических систем.	7
2	Раздел 3. Конвективный теплообмен.	Решение задач конвективной теплоотдачи в элементах конструкции энергетических систем.	5
3	Раздел 4. Теплообмен тепловым излучением.	Решение задач теплового излучения в системе реальных тел.	3
4	Раздел 5. Теплопередача.	Исследование теплопередачи в элементах конструкции энергетических систем.	2
<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 2. Теплопроводность.	ЛР-№1. Исследование процесса теплопроводности в металлах методом длинного стержня (метод Фурье).	2
2		ЛР-№2. Исследование теплопроводности теплоизоляционных материалов методом цилиндрического слоя.	3
3		ЛР-№3. Исследование закономерностей нестационарной теплопроводности при охлаждении тел.	2
4	Раздел 3. Конвективный теплообмен.	ЛР-№4. Исследование конвективной теплоотдачи свободной конвекцией на поверхности цилиндра.	4

5	Раздел 4. Теплообмен тепловым излучением.	ЛР-№5. Исследование теплового излучения в системе реальных тел.	3
6	Раздел 5. Теплопередача.	ЛР-№6. Исследование теплопередачи через цилиндрический слой теплоизоляции.	3
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения теплопередачи.	Основные понятия и определения. Подготовка к лекциям	3
2	Раздел 2. Теплопроводность.	Подготовка к лекциям, практическим занятиям и к лабораторным работам №1, №2 и №3; написание отчета	12
3		Разработка домашнего задания	10
4	Раздел 3. Конвективный теплообмен.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе №4, написание отчета	5
5		Разработка домашнего задания	9
6	Раздел 4. Теплообмен тепловым излучением.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе №5, написание отчета.	4
7		Разработка домашнего задания	6
8	Раздел 5. Теплопередача.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе №6 и написание отчёта.	8
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>57</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			Отч. по ЛР	ДР			Отч. по ЛР	ДР				КПос	Отч. по ЛР, ДЗ	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 173 экз.
2. В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
3. В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 76 экз.
5. С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория тепломассообмена. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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:

1. Microsoft Office.

### 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:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Microsoft Office.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Лабораторная установка для исследования нестационарной теплопроводности в регулярном режиме охлаждения тела;
2. Лабораторная установка для исследования теплового излучения в системе тел.;
3. Лабораторная установка для исследования теплоотдачи при свободном движении воздуха;
4. Лабораторная установка для исследования теплопроводности длинного стержня;
5. Лабораторная установка для исследования теплопроводности методом трубы.

### **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 24.03.05 *Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 способность использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-1.1 способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изложением теоретических основ и физической сущности основных процессов теплообмена, методов их анализа, исследования и расчётов параметров, освоение путей интенсификации теплообмена и теплоизоляции элементов энергетических установок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Основные понятия и определения теплопередачи.</b>		
Основные понятия и определения. Подготовка к лекциям	С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (1.1-1.3; 2.1-2.2)	3
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Теплопроводность.</b>		
Подготовка к лекциям, практическим занятиям и к лабораторным работам №1, №2 и №3; написание отчета	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4.1; 5.1-5.3) В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4.1; 5.1-5.3)	12
Разработка домашнего задания	С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (14.1-14.3;16)	10
Итого по разделу 2		22
<b>Раздел 3. Конвективный теплообмен.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе №4, написание отчета	В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-5) С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (2,3,12) В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-5) В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5.1-5.2)	5
Разработка домашнего задания	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5.1-5.2)	9
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Теплообмен тепловым излучением.</b>		

Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе №5, написание отчета.	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-7)	4
Разработка домашнего задания	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-7)	6
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Теплопередача.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе №6 и написание отчёта.	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (15, 16) В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (15, 16)	8
Итого по разделу 5		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- экзамен.

### 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.

#### Контроль посещаемости

Критерии оценивания по шкале в 100 баллов.

- посещаемость занятий – 30 баллов;
- подготовка к текущей теме занятия – 10 баллов;
- активное участие при общем (групповом) решении задач – 5 баллов;
- каждая правильно самостоятельно решённая задача на занятии – 10 баллов;
- умение самостоятельно формулировать выводы из решения задач – 15 баллов;
- умение формировать исходные условия для исследования закономерностей изучаемых процессов – 15 баллов.
- Умение разрабатывать физические схемы и математические модели, составлять алгоритм их решения – 15 баллов.

При оценке ниже 50 баллов практические занятия студента считаются не выполненными.

#### Отчет по ЛР

Допуск к ЛР. Допуск к выполнению ЛР происходит при представлении студентом в письменном виде описания, содержащего постановку задачи лабораторной работы, план выполнения лабораторной работы и цели предлагаемого исследования и в форме устного собеседования по тематике лабораторной работы. Ответы на более чем 50% вопросов является допуском к лабораторной работе.

Отчёт по ЛР. Отчёт по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчёта по лабораторной работе. Отчет должен содержать: цель ЛР, физическую постановку задачи, математическую модель, результаты исследования, представленные в численном виде и в виде графика, анализа полученных результатов и выводов по ЛР. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя по работе и разделу курса. В ходе защиты лабораторной работы обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение лабораторной работы в лаборатории – 20 баллов,
- оформление пояснительной записки – 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 50 баллов.

В случае если оформление отчёта и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает зачёт по данной лабораторной работе.

Основаниями для доработки могут служить:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчёт не может быть принят и подлежит переработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов расчётов.

### **Домашнее задание**

Пояснительная записка к домашнему заданию представляется в печатной форме с использованием редактора Word.

Критерии оценивания (в 100-бальной системе):

- правильный расчёт, оформление результатов в соответствии с требованиями и их защита – 100 баллов, Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 50 до 20 являются:
- неуверенная защита результатов расчёта – 20;
- неполный или отсутствующий перечень выводов и предложений по содержанию задания – 30;
- небрежное выполнение пояснительной записки – 30,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба графиков, отсутствие указания единиц измерения на графиках) – 30.

Требования к защите ДЗ: Защита ДЗ осуществляется на уровне собеседования с преподавателем в свободной форме “вопрос - ответ”. Перечень контрольных вопросов прилагается к заданию [1].

Вес контрольных этапов выполнения ДЗ:

- активность и самостоятельность в ходе выполнения ДЗ – 25%;
- оформление пояснительной записки к ДЗ – 15%;
- своевременное выполнение ДЗ по графику контрольных мероприятий – 20%;
- уровень защиты результатов, ответов на контрольные вопросы – 50%.

При наборе выше 75% домашнее задание считается выполненным.

### **Экзамен**

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена, который осуществляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий (раздел 4 рабочей программы).

На экзамен вынесены 17 тем, сформированных по разделам в 20 билетов по 2 вопроса.

Результаты экзамена:

- уверенный ответ на оба вопроса – отлично;
- уверенный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – хорошо;
- неуверенный ответ на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – удовлетворительно;
- неуверенный ответ и не готовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

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-5	ПСК-1.1	
3	5	Раздел 1. Основные понятия и определения теплопередачи.	6	3	3	0	0	3	20	20	Контроль посещаемости
3	5	Раздел 2. Теплопроводность.	41	19	5	7	7	22	30	30	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 3. Конвективный теплообмен.	28	14	5	4	5	14	20	20	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 4. Теплообмен тепловым излучением.	18	8	2	3	3	10	20	20	Отчет по ЛР, Контроль посещаемости
3	5	Раздел 5. Теплопередача.	15	7	2	3	2	8	10	10	Домашнее задание, Отчет по ЛР
Всего за 5 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-5

	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Какой критерий характеризует свободную (естественную) конвекцию в подвижной среде?
№ 2	Чем отличается конвективная теплоотдача с поверхности теплообмена в безграничный поток подвижной среды от теплоотдачи при движении жидкости в трубах и каналах?
№ 3	Чем отличаются по своей структуре (по содержанию) критериальные уравнения теплоотдачи в ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости относительно поверхности теплообмена?
№ 4	Какие виды теплообмена в общем виде включает в себя процесс теплопередачи?
№ 5	Что в термодинамике подразумевают под термином "Энергия"?
№ 6	Что своей величиной характеризует удельная газовая постоянная $R$ ?
№ 7	Что своей величиной характеризует показатель адиабаты газа?
№ 8	Какой процесс наиболее предпочтителен для нагрева газа с минимальным расходом энергии?
№ 9	Что надо знать, чтобы определить характер политропного процесса?
№ 10	Для каких целей практикуется оребрение поверхности теплоотдачи?
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Верно ли, что процессы теплообмена подразделяют на 4 элементарных вида?
	Нет, выделяют всего 2 элементарных вида теплообмена.
	Теплообмен вообще не разделяют на элементарные процессы.
	Выделяют 3 вида теплообмена.
№ 2	Да, процессы теплообмена подразделяют на 4 элементарных вида. Осуществляется ли теплопроводность переносом теплоты молями вещества?
	Да, молями; без переноса массы.
	Нет, на элементарном уровне молекулярной структуры.
	Флюидами теплорода.
№ 3	Квантами энергии. Конвекция теплоты – это процесс переноса теплоты на уровне молекулярной структуры вещества?
	Да, осуществляется на уровне колебаний молекулярной структуры.
	Нет, это перенос теплоты при движении массы вещества.
	Процесс в природе не встречается.
№ 4	Это перенос теплоты квантами энергии. Существуют ли какие-либо особенности при проектировании теплоизоляции труб?

- Нет, никаких особенностей при проектировании теплоизоляции труб нет.
- Да, при нанесении тепловой изоляции на трубу существует критерий по критическому диаметру изоляции, его величина должна быть больше диаметра трубы.
- При проектировании стремятся к минимальной толщине слоя теплоизоляции на трубе.
- Да, при нанесении тепловой изоляции на трубу существует критерий по критическому диаметру изоляции, его величина должна быть меньше диаметра трубы.
- № 5 Можно ли повысить теплоотдачу при движении жидкости в трубе путём увеличения диаметра этой трубы?
- Да, это один из вариантов повышения интенсивности теплоотдачи, причём при этом гидравлическое сопротивление на прокачку жидкости по трубе уменьшается.
- Теплоотдача жидкости в трубе не зависит от диаметра этой трубы.
- Нет, при этом интенсивность теплоотдачи будет уменьшаться.
- Теплоотдача жидкости в трубе не реализуется.
- № 6 Верно ли, что выделяют всего лишь две формы передачи энергии?
- Нет, форм передачи энергии много, например, механическая, электрическая, химическая и. т.п.
- Да, это теплота и работа.
- Энергообмен не подразделяют на какие-либо формы.
- Нет, выделяют 3 формы энергообмена: теплота, механическая работа и немеханическая работа.
- № 7 Верно ли, что для характеристики состояния рабочего тела простой ТДС нужны всего лишь 2 параметра?
- Нет, таковых должно быть три параметра, например, давление, температура и удельный объём.
- Кроме 3-х термических параметров должен быть известен хотя бы один калорический параметр, например,  $p$ ,  $T$ ,  $v$  и  $u$  – внутренняя энергия.
- Да, третий необходимый параметр может быть рассчитан с использованием 2-х заданных.
- Для простой ТДС нужен всего лишь один параметр состояния.
- № 8 Являются ли названные функции состояний ТДС (теплота, работа, энтальпия) термодинамическими?
- Да, все названные функции состояний ТДС термодинамические.

- Нет, термодинамическими функциями из перечисленных являются теплота и энтальпия.
- Нет, термодинамическими функциями из перечисленных являются работа и энтальпия.
- № 9 Нет, термодинамической функцией из перечисленных является только энтальпия. Можно ли отнести рабочий процесс газа с переменной теплоёмкостью к политропным процессам?

Да, это возможно, если процесс равновесный.

Да, ограничения на политропность процессов не содержат условия их теплоёмкости.

Нет, теплоёмкость политропных процессов должна быть неизменной.

- № 10 В термодинамике теплоёмкость политропных процессов вообще не рассматривается. Является ли изобарный процесс наиболее работоспособным из перечня политропных процессов?

Да, это наиболее работоспособный процесс из перечня политропных процессов.

Нет, по работоспособности он не является таковым, уступая только адиабатному процессу.

Нет, наиболее работоспособным из перечня политропных процессов является изотермический процесс.

Изобарный процесс вообще не совершает работу.

### **ПСК-1.1**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Теплоотдача является сложным видом теплообмена?
- № 2 Физический смысл числа Рейнольдса?
- № 3 Физический смысл числа Грасгофа?
- № 4 Турбулентное течение это
- № 5 Ламинарное течение это
- № 6 Какие главные ограничения накладываются при использовании критериального уравнения
- № 7 Что такое вязкостный режим течения по трубе?
- № 8 Что такое вязкостно-гравитационный режим течения по трубе?
- № 9 Как меняется толщина гидродинамического пограничного слоя вниз по течению?
- № 10 Как меняется толщина теплового пограничного слоя вниз по течению?

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Теплоотдача состоит из следующих простых видов:

Теплопроводность и теплоизлучение

Теплоизлучение и конвекция

Конвекция, теплопроводность и теплоизлучение

Теплопроводность и конвекция

- № 2 В каком случае процесс охлаждения/нагрева поверхности будет более интенсивным:

	Теплоотдача при свободной конвекции
	Теплоотдача при вынужденной конвекции
	Теплоотдача при неподвижной среде
№ 3	<p>Во всех перечисленных случаях нагрев/охлаждение одинаково турбулентная вязкость обусловлена:</p> <p>Хаотическим движением молекул</p> <p>Хаотическим движением турбулентных молей</p> <p>Шероховатостью обтекаемой поверхности</p>
№ 4	<p>Хаотическими движениями молекул и турбулентных молей Ламинарная вязкость обусловлена:</p> <p>Хаотическим движением молекул</p> <p>Хаотическим движением турбулентных молей</p> <p>Шероховатостью обтекаемой поверхности</p>
№ 5	<p>Хаотическими движениями молекул и турбулентных молей Метод подобия (теория подобия) это:</p> <p>Теоретический метод</p> <p>Экспериментальный метод</p> <p>Полуэмпирический метод</p>
№ 6	<p>Численный метод Гидродинамический пограничный слой это:</p> <p>Пристеночный слой, в котором газ покоится</p> <p>Пристеночный слой, в котором газ движется с постоянной скоростью</p> <p>Пристенный слой, в котором газ тормозится</p>
№ 7	<p>Пристенный слой, в котом скорость газа меняется от нуля до скорости невозмущенного потока</p> <p>Тепловой пограничный слой это:</p> <p>Пристеночный слой, в котором температура газа постоянна</p> <p>Пристеночный слой, в котором температура газа монотонно возрастает</p> <p>Пристеночный слой, в котором температура газа монотонно убывает</p>
№ 8	<p>Пристенный слой, в котом температура газа меняется от температуры стенки до температуры невозмущенного потока</p> <p>В каком случае процесс охлаждения/нагрева поверхности будет более интенсивным:</p> <p>Теплоотдача при турбулентном обтекании поверхности</p> <p>Теплоотдача при ламинарном обтекании поверхности</p> <p>Во всех перечисленных случаях нагрев/охлаждение одинаково</p>
№ 9	<p>При неподвижной среде около поверхности Коэффициент теплоотдачи зависит от:</p>

- формы и шероховатости обтекаемой газом поверхности
- площади поверхности
- разности температур газа и поверхности
- режима и скорости течения в пристенном слое
- № 10 При каком допущении выполняется условия малости толщины пограничного слоя по сравнению с размерами обтекаемого тела?
- Течение невязкое
- Течение несжимаемое
- Число  $Re$  стремится к нулю
- Число  $Re$  стремится к бесконечности