

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии создания двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
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	
4	7	3	108	51	34	0	17	57	36	0	21	зач.

*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: 2026

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Ефремов Алексей Владимирович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

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**

## **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ**

### **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:

ПК-3.2 — Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидрогазодинамики и тепломассообмена

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-3.2**

*знания:*

Методы анализа и расчёта параметров процессов теплообмена, особенности расчёта теплопередачи при движении теплоносителя в каналах теплообменных аппаратов;

*умения:*

Решение математических моделей процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные;

Выявление характеристик, определяющих эффективность теплообменных аппаратов;

*навыки:*

Анализировать процессы теплообмена в теплообменных аппаратах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.03.05 *Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ТЕРМОДИНАМИКА, ТЕОРИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**.

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	Практические занятия		ПК-3.2
4	7	Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. Устройство теплообменных аппаратов. Процессы, протекающие при работе теплообменных аппаратов. Место теплообменных аппаратов в тепловой схеме объектов энергетики.	19	8	6	2	11	15
4	7	Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов. Устройство спиральных и пластинчатых теплообменных аппаратов. Устройство подогревателя сетевой воды. Устройство градирни. Устройство радиаторов отопления.	36	18	12	6	18	25
4	7	Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов. Повышение коэффициента теплоотдачи в ТОА. Оребрение рабочей поверхности ТОА.	19	9	6	3	10	20
4	7	Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата. Тепловой расчёт ТОА. Гидромеханический расчёт ТОА. Совместный расчёт ТОА.	34	16	10	6	18	40
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.	Решение задач о теплопередаче через стенку	2
2	Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов.	Методика расчёта спиральных и пластинчатых теплообменных аппаратов	2
3		Методика расчёта подогревателя сетевой воды	1
4		Методика расчёта градирни	1
5		Методика расчёта радиатора отопления	2
6	Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов.	Способы повышения коэффициента теплопередачи в ТОА	3
7	Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата.	Методика расчёта местных сопротивлений в каналах ТОА	2
8		Анализ результатов теплового и гидромеханического расчёта ТОА	2
9		Методика расчёта теплового баланса и температурного напора ТОА	2
Всего за 7 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	11
2	Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания по разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	18

3	Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	10
4	Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе по разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	18
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>57</b>

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Ознакомление с заданием на курсовое проектирование. Уточнение исходных данных для расчёта.	1 - 3	6
Этап 2. Расчёт параметров теплообменного аппарата типа "труба в трубе".	4 - 7	8
Этап 3. Разработка математической модели расчёта теплообменного аппарата кожухотрубного типа. Проведение теплового и гидравлического расчётов.	8 - 13	16
Этап 4. Оформление полученных результатов в виде пояснительной записки согласно требованиям. Объём записки - не менее 25 страниц.	14 - 15	4
Этап 5. Защита курсового проекта.	16 - 17	2
<b>Всего за 7 семестр</b>		<b>36</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
7				ОС		ДР			ДЗ	ДР		ОС		Контр.Р.		ДР	КП, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ДЗ – домашнее задание;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- КП – курсовой проект;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 22 экз.
2. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 122 экз.
3. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
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. Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 43 экз.
6. Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Энергосбережение.

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

1. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### 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:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

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

### **6.3. 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 **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-3.2 Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидрогазодинамики и тепломассообмена.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией и методикой проектного расчёта различных типов промышленных теплообменных аппаратов. Особое внимание уделяется конструкциям разных типов ТОА и особенностям алгоритмов их тепловых и гидравлических расчётов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**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. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (главы 1-4) А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (глава 2.5) Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (глава 1)	11
Итого по разделу 1		11
<b>Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания по разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (глава 7) А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (глава 2)	18
Итого по разделу 2		18
<b>Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (глава 5)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе по	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (все главы) Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В.	18

разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине.	Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (главы 2-4, 7) Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (все главы) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (глава 5)	
Итого по разделу 4		18

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- курсовой проект;
- контрольная работа;
- 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.

#### Устный опрос студентов

Студенту задаются 3 вопроса по разделу дисциплины. Для успешной аттестации необходимо правильно ответить не менее, чем на 2 вопроса. Студент должен показать владение теоретической информацией, полученной на лекционных занятиях и в рамках самостоятельной работы; ответ должен быть содержательным и аргументированным.

Список вопросов для устного опроса приведен в УМК дисциплины.

#### Домашнее задание

Домашнее задание заключается в решении задачи об обеспеченности помещения радиаторами отопления.

Задание выполнено верно, если соблюдена методика расчёта, имеются ссылки на утверждённые стандарты и отсутствуют ошибки в вычислениях - отметка "сдано";

Во всех остальных случаях - отметка "не сдано".

Пример выполнения домашнего задания приведён в УМК дисциплины.

#### Курсовой проект

Курсовой проект направлен на тепловой и гидравлический расчёт теплообменного аппарата.

Необходимо выделить следующие критерии оценивания курсового проекта:

Грамотность изложения теоретического материала (20 баллов):

объём исследования литературных источников - 5 баллов;

полнота обзора состояния вопроса - 10 баллов;

логичность и последовательность в изложении - 5 баллов.

Правильность расчётной части работы (25 баллов):

результаты расчёта верны, правильно подобраны формулы и последовательность расчётов, отсутствуют вычислительные ошибки - 25 баллов;

правильно подобраны формулы и последовательность расчётов, присутствуют незначительные вычислительные ошибки - 17 баллов;

правильно подобраны только формулы, описывающие физические процессы; присутствуют грубые вычислительные ошибки, не позволяющие получить конечные результаты даже на уровне оценки параметров - 10 баллов;

во всех остальных случаях - 0 баллов.

Оформление пояснительной записки (10 баллов):

структурная упорядоченность материала - 5 баллов;

соответствие стандартам - 5 баллов.

Самостоятельность и своевременность (15 баллов):

работа выполнена преимущественно самостоятельно и инициативно - 5 баллов;

работа выполнена в срок - 10 баллов.

Уровень защиты результатов курсового проектирования (30 баллов):

задаётся 3 вопроса, каждый из которых оценивается в 10 баллов.

полный ответ на вопрос - 10 баллов;

неполный ответ или ответ с помощью дополнительных вопросов от преподавателя - 5 баллов;

нет ответа - 0 баллов.

Итоговая оценка за курсовой проект ставится в результате суммирования баллов за вышеперечисленные критерии:

85-100 баллов - отлично;

70-84 баллов - хорошо;

55-69 баллов - удовлетворительно;

менее 55 баллов - не защитил.

Примеры тем на курсовое проектирование приведены в УМК дисциплины.

### **Контрольная работа**

При выполнении контрольной работы необходимо ответить на 2 вопроса и решить 2 задачи.

Применяются следующие критерии оценивания:

Правильный ответ на вопрос - 2 балла.

Неполный ответ на вопрос - 1 балл.

Неправильный ответ на вопрос - 0 баллов.

Правильно решённая задача - 3 балла.

При решении задачи допущены незначительные вычислительные ошибки - 2 балла.

При решении задачи правильно подобраны только формулы, допущены грубые ошибки в ходе решения задачи - 1 балл.

Задача не решена - 0 баллов.

При суммировании результатов ответов на вопросы и решения задач выставляются следующие оценки за выполнение контрольной работы:

6-10 баллов - сдано;

менее 6 баллов - не сдано.

Примеры контрольных работ приведены в УМК дисциплины.

### **Зачет**

Для допуска к сдаче зачета необходимо выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные графиком контрольных мероприятий

Зачет проходит в форме собеседования, в ходе которого обучающемуся предлагается ответить на вопросы к зачету.

Применяется следующая оценка результатов:

- правильный ответ на оба вопроса - зачтено;

- правильный ответ на один вопрос + правильные ответы на дополнительные вопросы - зачтено;

- нет правильных ответов ни на один вопрос - не зачтено.

Перечень вопросов, выносимых на зачёт, приведён в УМК дисциплины.

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	Практические занятия		ПК-3.2	
4	7	Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.	19	8	6	2	11	15	Устный опрос студентов
4	7	Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов.	36	18	12	6	18	25	Домашнее задание
4	7	Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов.	19	9	6	3	10	20	Устный опрос студентов
4	7	Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата.	34	16	10	6	18	40	Контрольная работа, Курсовой проект
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

### ПК-3.2 - Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидрогазодинамики и тепломассообмена

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое кратность охлаждения в конденсаторе?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Перечислите известные Вам способы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из нижеперечисленных параметров необходимы для определения длины трубочек теплообменного аппарата?
- 1) площадь поверхности теплообмена;
  - 2) коэффициент гидравлического сопротивления;
  - 3) количество трубочек в трубном пучке;
  - 4) диаметр трубочек;
  - 5) скорость теплоносителя в трубочках.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из нижеперечисленных градирен относятся к открытому типу?
- 1) вентиляторные градирни;
  - 2) сухие градирни;
  - 3) башенные градирни;
  - 4) брызгальные градирни.
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите значение скорости движения теплоносителей в трубах теплообменного аппарата от вида теплоносителя.
- 1) влажный пар пониженного давления;
  - 2) вязкая жидкость;
  - 3) перегретый пар повышенного давления;
  - 4) маловязкая жидкость
- А) 0,5 - 1 м/с;  
Б) 1 - 3 м/с;  
В) 10 - 20 м/с;  
Г) 30 - 75 м/с;  
Д) 100 - 200 м/с.
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите тип градирни с её преимуществом:
- 1) вентиляторные градирни;
  - 2) башенные градирни;
  - 3) поперечноточные градирни;
  - 4) сухие градирни.
- А) возможность работы на кипящей воде;  
Б) занимают меньше места, так как могут быть спроектированы "в высоту";  
В) предназначены для больших расходов воды;  
Г) способны охладить воду с высоких температур;  
Д) энергоэффективность
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите последовательность движения теплоносителя, протекающего по трубкам в теплообменном аппарате:
- 1) верхний ряд трубочек;
  - 2) нижний ряд трубочек;



- 3) выходной патрубок;
- 4) входная камера;
- 5) поворотная камера;
- 6) выходная камера;
- 7) входной патрубок.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите последовательность выполнения теплового расчёта теплообменного аппарата:

- 1) определение энергетической эффективности проекта теплообменного аппарата;
- 2) определение недостающих параметров для расчёта;
- 3) расчёт гидравлических сопротивлений элементов теплообменного аппарата;
- 4) определение поверхности теплообмена;
- 5) определение коэффициента теплопередачи.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Движущей силой теплообмена является разность:

- 1) температур;
- 2) концентраций;
- 3) плотностей;
- 4) давлений.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Целью прямого теплового расчёта является определение:

- 1) поверхности теплообмена;
- 2) коэффициента теплопередачи;
- 3) тепловой производительности;
- 4) гидравлических потерь.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какое максимальное количество трубочек может быть в теплообменном аппарате?

- 1) 2;
- 2) 256;
- 3) 512;
- 4) максимальное число не регламентировано.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из нижеперечисленных параметров необходимы для определения числа Био?

- 1) толщина ребра;
- 2) длина ребра;
- 3) коэффициент теплоотдачи с поверхности ребра;
- 4) теплопроводность ребра;
- 5) коэффициент оребрения.