


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

 Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
« 31 » 05 2022

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

Направление/специальность подготовки 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Специализация/профиль/программа подготовки Авиационная и ракетно-космическая теплотехника  
Энергетика теплотехнологий  
Гидроаэродинамика

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	
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  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Герлиман Елена Михайловна, старший преподаватель



Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Алексеева Мария Михайловна, ассистент



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:

13.03.01 (А9)	ОПК-2 — способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
13.03.01 (А9)	ОПК-3 — способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
24.03.05 (А9)	УК-1 — способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
24.03.03 (А9)	УК-1 — способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
24.03.05 (А9)	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
13.03.01 (А9)	ПСК-1.2 — способность разрабатывать физические и математические модели процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках
24.03.05 (А9)	ПСК-1.4 — способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования
24.03.03 (А9)	ПСК-2.3 — Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогидрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-2 (13.03.01, А9)**

навыки:

Способен применять соответствующий физико-математический аппарат в решении профессиональных задач;.

## **ОПК-3 (13.03.01, А9)**

умения:

Демонстрирует применение основных способов получения, преобразования и использования теплоты в теплотехнических установках и системах;

## **УК-1 (24.03.05, А9)**

умения:

практические: решение математических моделей процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные, определять их тип, характерные параметры, взаимосвязь их характеристик, определяющих эффективность теплообменных аппаратов;;

навыки:

использовать принципы интенсификации теплообменных аппаратов энергетических устройств, оценкой их эффективности, анализом путей её повышения;.

## **УК-1 (24.03.03, А9)**

умения:

практические: решение математических моделей процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные, определять их тип, характерные параметры, взаимосвязь их характеристик, определяющих эффективность теплообменных аппаратов;;

навыки:

использовать принципы интенсификации теплообменных аппаратов энергетических устройств, оценкой их эффективности, анализом путей её повышения;.

## **ПСК-1.1 (24.03.05, А9)**

знания:

на уровне понимания: особенности расчёта теплообмена между теплоносителями в теплообменных аппаратах различных типов;;

умения:

теоретические: разрабатывать физические схемы и математические модели процессов теплообмена в теплообменных аппаратах;;

## **ПСК-1.2 (13.03.01, А9)**

знания:

Знает способы разработки физических и математических моделей процессов теплообмена;;

## **ПСК-1.4 (24.03.05, А9)**

знания:

на уровне воспроизведения: методы анализа и расчётов параметров процессов теплообмена, освоить особенности расчёта теплопередачи при движении теплоносителя в каналах теплообменных аппаратов, пути интенсификации теплообменных аппаратов;;

навыки:

владеть навыками анализа процессов теплообмена в теплообменных аппаратах энергетических установок;.

## **ПСК-2.3 (24.03.03, А9)**

умения:

Умеет выполнять расчеты и эксперименты, а также оформлять результаты исследований;;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов, 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика и **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГАЗОДИН.И ТЕПЛООБМЕН ВЫСОКОЭНТ.ПРОЦЕССОВ, ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общеинженерные 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
- 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
- ПСК-1.3 — способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных 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	Практические занятия		ОПК-2 (13.03.01)	ОПК-3 (13.03.01)	УК-1 (24.03.05)	УК-1 (24.03.03)	ПСК-1.1 (24.03.05)	ПСК-1.2 (13.03.01)	ПСК-1.4 (24.03.05)	ПСК-2.3 (24.03.03)
4	7	Раздел 1. Основные положения проектного расчёта ТОА. 1.1. Тепловой проект ТОА как задача о теплопередаче. 1.2. Выбор исходных параметров расчёта.	13	6	4	2	7	15	15	15	15	15	15	15	15
4	7	Раздел 2. Тепловой расчёт ТОА. 2.1. Мат.модель теплопередачи в ТОА. 2.2. Расчёт рабочей поверхности ТОА.	28	14	10	4	14	25	25	25	25	25	25	25	25
4	7	Раздел 3. Гидромеханический расчёт ТОА. 3.1. Потери давления при прокачке теплоносителя. 3.2. Взаимосвязь интенсивности теплообмена и потерь давления в ТОА. Экономическая целесообразность проекта ТОА.	24	12	8	4	12	20	20	20	20	20	20	20	20
4	7	Раздел 4. Интенсификация ТОА. 4.1. Повышение коэффициента теплоотдачи в ТОА. 4.2. Оребрение рабочей поверхности ТОА.	22	10	6	4	12	20	20	20	20	20	20	20	20
4	7	Раздел 5. Совместный тепловой и гидромеханический расчёт ТОА. 5.1. Анализ влияния параметров ТОА на размер его рабочей поверхности. 5.2. Выбор схемы и габаритов ТОА.	21	9	6	3	12	20	20	20	20	20	20	20	20
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные положения проектного расчёта ТОА.	Анализ и выбор исходных параметров к проекту ТОА.	2
2	Раздел 2. Тепловой расчёт ТОА.	Методика расчёта температурного напора в ТОА.	4
3	Раздел 3. Гидромеханический расчёт ТОА.	Методика расчёта местных сопротивлений и сопротивлений трения в каналах ТОА.	4
4	Раздел 4. Интенсификация ТОА.	Способы повышения коэффициента теплопередачи в ТОА. Оребрение поверхности теплообмена.	4
5	Раздел 5. Совместный тепловой и гидромеханический расчёт ТОА.	Анализ результатов теплового и гидромеханического расчёта ТОА.	3
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. Основные положения проектного расчёта ТОА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	2
2		Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта	5
3	Раздел 2. Тепловой расчёт ТОА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	3
4		Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта	11
5	Раздел 3. Гидромеханический расчёт	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по	2

	ТОА.	рекомендуемой литературе.	
6		Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта	10
7	Раздел 4. Интенсификация ТОА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	2
8		Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта.	10
9	Раздел 5. Совместный тепловой и гидромеханический расчёт ТОА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	2
10		Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта и подготовка к защите курсового проекта.	10
Всего за 7 семестр			57

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. 1.1. Ознакомление с заданием на курсовой проект, уточнение исходных данных проекта, с перечнем литературных источников. 1.2. Разработка физической схемы и математической модели расчёта параметров ТОА. 1.3. Расчёт параметров ТОА простой схемы "Труба в трубе" 1.4. Выбор способа интенсификации ТОА простой схемы, выбор схемы ТОА кожухотрубного типа и её исходных параметров с использованием программы "ТеплРасч ТОА".	1 - 6	14
Этап 2. 2.1. Разработка математической модели теплового расчёта ТОА кожухотрубного типа. 2.2. Первичная оценка размеров труб и выбор схемы трубного пучка. 2.3. Исследование влияния методов интенсификации теплопередачи в ТОА на его габариты. 2.4. Окончательный выбор диаметра и материала труб и схемы трубного пучка по программе "ТеплРасч ТОА".	7 - 10	8
Этап 3. Этап 3. 3.1. Тепловой расчёт ТОА выбранной схемы с использованием программы "ТеплРасч ТОА". 3.2. Гидравлический расчёт ТОА. 3.3. Написание пояснительной записки к проекту 3.4. Оформление презентации и защита КП.	10 - 15	14
<b>Всего за 7 семестр</b>		36

## 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					КПос	ДР			ТекК	ДР					КП, Тест	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Тест – тест;
- КП – курсовой проект;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы для текущего контроля;
- тест;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 76 экз.
2. В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 173 экз.
3. В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 122 экз.
5. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
6. Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, эл. рес.
7. С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория тепломассообмена. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018, эл. рес.
8. С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. . Теория тепломассообмена. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
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. Matlab 2015a SP1;
2. 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. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office.

### **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 направлениям: 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов, 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика и **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. 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-2 (13.03.01) способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;  
ОПК-3 (13.03.01) способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах;  
УК-1 (24.03.05) способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;  
УК-1 (24.03.03) способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;  
ПСК-1.1 (24.03.05) способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники;  
ПСК-1.2 (13.03.01) способность разрабатывать физические и математические модели процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических установках;  
ПСК-1.4 (24.03.05) способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования;  
ПСК-2.3 (24.03.03) Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогидрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами и физической сущностью основных процессов теплообмена, реализующихся в теплообменных аппаратах энергетических установок, методов их анализа и расчётов параметров, освоением пути интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах энергетических установок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы для текущего контроля;
- тест;
- 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. Основные положения проектного расчёта ТОА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (6) С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (1, 10)	2
Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта	В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (8) В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (8)	5
Итого по разделу 1		7
<b>Раздел 2. Тепловой расчёт ТОА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. . Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (10) В. В. Сахин. . Конвективный теплообмен в однородной среде (теплоотдача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (8)	3
Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта	В. В. Сахин. . Теплообмен в однородной среде (теплопередача): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (6) В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	11
Итого по разделу 2		14
<b>Раздел 3. Гидромеханический расчёт ТОА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (10)	2
Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта		10
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Интенсификация ТОА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (10) Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (1-4)	2
Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4)	10
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Совместный тепловой и гидромеханический расчёт ТОА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (1-4) С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов. . Теория теплообмена: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (10)	2
Подготовка к практическим занятиям. Разработка курсового проекта и подготовка к защите курсового проекта.		10

	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4)	
Итого по разделу 5		12

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- вопросы для текущего контроля;
- тест;
- курсовой проект;
- 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.

#### 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;
  - каждая правильно самостоятельно решённая задача на практическом 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 контроль посещаемости считается не пройденным.

#### Вопросы для текущего контроля

Оценивается работа у доски, связность и логичность изложения материала при ответе на поставленные вопросы текущего контроля. Перечень этих вопросов входит в состав УМК дисциплины.

#### Тест

В тестировании используется 10 вопросов по разделам дисциплины.

Оценка усвоения дисциплины проводится по 100 балльной шкале:

- рейтинг теста меньше 30 баллов (ответ на 5 и менее вопросов) – ТК не сдан,
- рейтинг теста от 30 до 60 баллов (ответ на 6 вопросов) – дополнительное собеседование (2 вопроса), при положительных ответах ТК сдан;
- рейтинг теста от 60 до 100 баллов (ответ на 7 и более вопросов) – ТК сдан.

#### Курсовой проект

Перечень тем курсовых проектов входит в состав УМК дисциплины.

Пояснительная записка к курсовому проекту представляется в печатной форме с использованием редактора Word (образец в составе УМК по дисциплине).

Критерии оценивания (в 10-и балльной системе):

- правильный расчёт, оформление результатов в соответствии с требованиями и их защита – 10 баллов,
- Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 5 до 2 являются:

- неуверенная защита результатов расчёта;
- неполный или отсутствующий перечень предложений по содержанию задания;
- небрежное выполнение пояснительной записки,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба графиков, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Требования к защите КП: Защита КП осуществляется перед комиссией из преподавателей, назначенной приказом по кафедре в свободной форме “вопрос - ответ”. Примерный перечень вопросов приведён в [3,5].

Вес контрольных этапов выполнения КП:

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

Критерии оценивания защиты КП (по 100 балльной шкале)

- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 10 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала 10 баллов;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 15 баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации 15 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 15 баллов;
- обоснованность выводов 15 баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, аннотация, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) 10 баллов;

- соблюдение объёма, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста) 10 баллов. Количество баллов за КП соответствуют следующей оценке:
- при наборе студентом менее 50 баллов – оценка "неудовлетворительно";
- при наборе студентом от 51 до 65 баллов – оценка "удовлетворительно";
- при наборе студентом от 66 до 85 баллов – оценка "хорошо";
- при наборе студентом от 86 до 100 баллов – оценка "отлично".

#### **Зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К зачету допускается обучающийся при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий. Зачет проводится в форме ответов на теоретические вопросы, перечень которых входит в состав УМК дисциплины. Обучающемуся предлагается ответить на 14 основных вопросов. Оценивание результатов сдачи:

- правильный ответ на не менее 10 основных вопросов – зачтено;
- правильный ответ от 6 до 9 основных вопросов и дополнительный вопрос – зачтено;
- правильный ответ на менее 6-и основных вопросов – не зачтено.

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		ОПК-2 (13.03.01)	ОПК-3 (13.03.01)	УК-1 (24.03.05)	УК-1 (24.03.03)	ПСК-1.1 (24.03.05)	ПСК-1.2 (13.03.01)	ПСК-1.4 (24.03.05)	ПСК-2.3 (24.03.03)	
4	7	Раздел 1. Основные положения проектного расчёта ТОА.	13	6	4	2	7	15	15	15	15	15	15	15	15	Контроль посещаемости, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Тепловой расчёт ТОА.	28	14	10	4	14	25	25	25	25	25	25	25	25	Контроль посещаемости
4	7	Раздел 3. Гидромеханический расчёт ТОА.	24	12	8	4	12	20	20	20	20	20	20	20	20	Тест, Контроль посещаемости
4	7	Раздел 4. Интенсификация ТОА.	22	10	6	4	12	20	20	20	20	20	20	20	20	Курсовой проект, Контроль посещаемости
4	7	Раздел 5. Совместный тепловой и гидромеханический расчёт ТОА.	21	9	6	3	12	20	20	20	20	20	20	20	20	Курсовой проект, Контроль посещаемости
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	100	100	100	100	