

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Космические летательные аппараты и разгонные блоки
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Матвеев Николай Константинович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА**

### **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:

ПСК-2/23.3 — способность осуществлять техническое сопровождение отработки систем обеспечения теплового режима изделий РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

**ПСК-2/23.3**

*знания:*

основных закономерностей тепловых процессов в агрегатах и устройствах СОТР;

*умения:*

использовать математический аппарат для определения основных параметров теплообменных устройств;

*навыки:*

проведения выбора конструктивной схемы и расчета основных характеристик агрегатов и устройств СОТР КА.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В ИЗДЕЛИЯХ РКТ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЭНЕРГОСИСТЕМЫ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ПСК-2/23.1 — Способен осуществлять техническое сопровождение создания разгонных блоков ракет космического назначения, межорбитальных буксиров
- ПСК-2/23.3 — Способен осуществлять техническое сопровождение отработки систем обеспечения теплового режима изделий РКТ

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ПСК-2/23.3
4	7	<b>Раздел 1. Принципы проектирования теплообменных агрегатов.</b> 1.1. Система обеспечения теплового режима (СОТР) космического аппарата как комплекс взаимосвязанных подсистем, агрегатов, устройств и элементов конструкции. 1.2. Классификации теплообменных и тепло-массообменных агрегатов и устройств СОТР КА. 1.3. Последовательность проектирования ТОА. Тепловой (конструктивный и поверочный), компоновочный, гидравлический и технико-экономический расчеты. 1.4. Классификация и проектирование конвективных ТОА. Типы и конструкции теплообменников. Общие принципы выбора и оценки конструкции теплообменников. Теплообменники типа жидкость-жидкость, газ-газ, жидкость-газ. 1.5. Метод теплопроизводительности и метод NTU.	34	14	10	4	20	20
4	7	<b>Раздел 2. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.</b> 2.1. Устройство змеевикового трубчатого теплообменника, разборного пластинчатого теплообменника, газожидкостного теплообменника и агрегатов стенда, обеспечивающие его функционирование. 2.2. Теоретические основы расчета теплообмена в рекуперативных теплообменниках.	34	10	0	10	24	15
4	7	<b>Раздел 3. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.</b> 3.1. Расчет стационарного режима радиационного теплообменника (РТО) методом сосредоточенных параметров. 3.2. Расчет стационарного режима радиационного теплообменника методом распределенных параметров. 3.3. Оценка влияния режимных параметров СОТР КА на размер радиационного теплообменника.	18	6	0	6	12	15
4	7	<b>Раздел 4. Устройство и определение параметров тепловых труб.</b> 4.1. Принципы работы и виды тепловых труб. Конструкции и материалы капиллярно-пористых структур. Выбор материалов и рабочих тел с учетом их совместимости. Способы регулирования теплопроизводительности. 4.2. Расчет основных параметров тепловой трубы.	20	8	4	4	12	15
4	7	<b>Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.</b> 5.1. Классификация ТА по принципу действия. Конструктивные особенности и применение ТА на основе плавления РВ. 5.2. Метод определения параметров ТА на основе решения задачи Стефана.	18	6	2	4	12	15
4	7	<b>Раздел 6. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.</b> 6.1. Агрегаты и устройства установки для исследования характеристик ЭВТИ. 6.2. Экспериментальное определение и расчет теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	20	7	1	6	13	20
Всего за 7 семестр			144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Принципы проектирования теплообменных агрегатов.	Анализ соотношений для расчета теплопроизводительности прямоточного и противоточного теплообменников. Исследование эффективности прямоточного теплообменника. Проведение тепловых конструкторских и поверочных расчетов.	4
2	Раздел 2. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.	Изучение устройства и принципов действия агрегатов и измерительных систем экспериментального стенда.	4
3		Проведение экспериментального исследования процессов теплообмена в рекуперативных теплообменниках. Теоретическое и экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи	6
4	Раздел 3. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.	Анализ математической модели функционирования РТО в составе циркуляционной СТР, составление алгоритма расчета и программная реализация.	6
5	Раздел 4. Устройство и определение	Анализ структуры фитилей тепловых труб. Определение отличительных характеристик фитилей различного типа. Определение возможного диапазона изменения	4

	параметров тепловых труб.	пространственного положения ТТ из условия обеспечения заданной теплопроизводительности ТТ. Исследование влияния характеристик материала фитиля на работоспособность ТТ.	
6	Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.	Определение массы ТА плавления, включенного в состав циркуляционного контура СТР с РТО, исходя из минимальности суммарной массы агрегатов. Определение габаритных и массовых характеристик ТА, включенного в состав СТР герметичного отсека КА.	4
7	Раздел 6. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	Экспериментальное определение и расчет теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции. Состав экспериментальной установки для исследования характеристик ЭВТИ. Определение эффективного коэффициента теплопроводности ЭВТИ по экспериментальным данным	6
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Принципы проектирования теплообменных агрегатов.	Подготовка к восприятию, проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников.	20
2	Раздел 2. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	24
3	Раздел 3. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	12
4	Раздел 4. Устройство и определение параметров тепловых труб.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	12
5	Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	12
6	Раздел 6. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	13
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>93</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					ВРЗД	ДР		Отч. по ЛР		ДР	Отч. по ПЗ		ЗДЧ		ЗДЧ	ДР	Отч. по ЛР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ЗДЧ – задачи.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- задачи.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Романов. . Системы обеспечения тепловых режимов герметичных отсеков и ядерных энергетических установок космических аппаратов. СПб.: Профессионал, 2014, 60 экз.
2. Б. И. Полетаев. . Проектирование систем обеспечения теплового режима КА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 59 экз.
3. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 122 экз.
4. В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 53 экз.
5. Л. И. Калягин, Н. К. Матвеев. . Экспериментальные исследования процессов теплообмена в рекуперативных теплообменниках. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 20 экз.
6. Л. И. Калягин, Н. К. Матвеев. . Агрегаты и устройства лабораторного стенда для испытания теплообменников. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 25 экз.
7. М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 49 экз.
8. Н. К. Матвеев. . Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 74 экз.
9. П. Д. Дан, Д. А. Рей. . Тепловые трубы. М.: Энергия, 1979, эл. рес.
10. С. И. Королёв. . Системы обеспечения теплового режима космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 85 экз.

### 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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### 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:**

1. Интерактивная доска;
2. Лабораторная установка для испытаний различных конструкций теплообменников;
3. Фрагменты агрегатов систем терморегулирования КА.

### **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 **АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-2/23.3 способность осуществлять техническое сопровождение отработки систем обеспечения теплового режима изделий РКТ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и анализом характеристик, принципов конструирования и методов расчета агрегатов и устройств, используемых в системах обеспечения теплового режима космических аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- задачи.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Принципы проектирования теплообменных агрегатов.</b>		
Подготовка к восприятию, проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-5)	20
Итого по разделу 1		20
<b>Раздел 2. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.</b>		
Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	Л. И. Калягин, Н. К. Матвеев. . Экспериментальные исследования процессов теплообмена в рекуперативных теплообменниках: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1,2) Л. И. Калягин, Н. К. Матвеев. . Агрегаты и устройства лабораторного стенда для испытания теплообменников: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2)	24
Итого по разделу 2		24
<b>Раздел 3. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	С. И. Королёв. . Системы обеспечения теплового режима космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)	12
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Устройство и определение параметров тепловых труб.</b>		
Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	П. Д. Дан, Д. А. Рей. . Тепловые трубы: М.: Энергия, 1979 (2 - 6) М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (8.3 - 8.5) Б. И. Полетаев. . Проектирование систем обеспечения теплового режима КА: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.</b>		
Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	А. В. Романов. . Системы обеспечения тепловых режимов герметичных отсеков и ядерных энергетических установок космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2014 (стр.239 - 241)	12

	В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (6)	
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.</b>		
Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	Н. К. Матвеев. . Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-4)	13
Итого по разделу 6		13

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- задачи;
- 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.

#### Вопросы по разделу

Студенту предлагается пять вопросов по соответствующим разделам. Контроль считается пройденным, если получены правильные ответы не менее чем на три вопроса. Перечень вопросов приведен в УМК.

#### Отчет по ЛР

Отчет по ЛР. Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Отчет оформляется на основании протокола о выполнении ЛР, содержит (помимо информации из протокола) все необходимые расчеты и построенные графики, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме ответов на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по пятибалльной системе).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 2 являются:

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

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений

#### Отчет по практическому заданию

Требуется определить граничные значения режимных параметров циркуляционной СТР КА с радиационным теплообменником. Выполненное задание представляется в печатной или рукописной форме и включает в себя представление математической модели и результаты её реализации. Защита отчета проходит в

форме ответов на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по пятибалльной системе).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 2 являются:

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

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений

### **Задачи**

Оценивается правильность решения задач. Контроль считается пройденным, если получены правильные ответы решаемых задач. Варианты задач приведены в УМК.

### **Экзамен**

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов 2 вопроса экзаменационного билета:

«отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень экзаменационных вопросов входит в состав 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		ПСК-2/23.3	
4	7	Раздел 1. Принципы проектирования теплообменных агрегатов.	34	14	10	4	20	20	Вопросы по разделу
4	7	Раздел 2. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.	34	10	0	10	24	15	Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.	18	6	0	6	12	15	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Устройство и определение параметров тепловых труб.	20	8	4	4	12	15	Вопросы по разделу
4	7	Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.	18	6	2	4	12	15	Задачи
4	7	Раздел 6. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	20	7	1	6	13	20	Отчет по ЛР
Всего за 7 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-2/23.3

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Целью проверочного теплового расчета теплообменника является определение...
- № 2 Целью конструкторского теплового расчета теплообменника является определение...
- № 3 Какая схема движения теплоносителей позволяет получить наибольший средний температурный перепад между теплоносителями по поверхности рекуперативного теплообменника?
- № 4 С какой целью при измерении температуры термопарой используется два спая, один из которых «холодный»?
- № 5 С какой целью в некоторых газорегулируемых трубах осуществляют контроль температуры в зоне испарения?
- № 6 Перечислите элементы состава капиллярно-пористой структуры тепловой трубы.
- № 7 При изменении положения тепловой трубы, работающей при наземных испытаниях, зона испарения оказалась ниже зоны конденсации. Как это отразится на передаваемой тепловой трубой тепловой мощности?
- № 8 С какой целью во внутреннее пространство тепловой трубы вводят инертный неконденсирующийся газ.
- № 9 С какой целью размер капиллярных пор в зоне испарения целесообразно выполнить уменьшенным по сравнению с размером пор зоны конденсации?
- № 10 Определите величину коэффициента теплопередачи газожидкостного пластинчатого теплообменника, если известно, что коэффициент теплоотдачи по жидкости равен  $400 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ , по газу  $100 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ , а термическим сопротивлением стенки можно пренебречь.

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Расставьте приведенные теплообменники в порядке возрастания значения коэффициента компактности:
  - трубчато-ребристые
  - пластинчатые
  - трубчато-пластинчатые
  - пластинчато-ребристые
- № 2 Какой из перечисленных теплоносителей значение критерия "относительная тепловая отдача" имеет наибольшую величину?
  - на основе изооктана (ЛЗТК-2)
  - водные растворы этиленгликоля (ЛЗТК-5, ТЕМП)
  - кремнийорганические жидкости (ПМС-1,5)
- № 3 Теплообменник относится к рекуперативным теплообменникам, если ...
  - холодный и горячий теплоносители попеременно омывают поверхность теплообмена
  - холодный и горячий теплоносители одновременно омывают поверхность теплообмена
- № 4 Тепловая мощность регенеративного теплообменника увеличиться, если ...
  - увеличить полную теплоемкостью насадки
  - увеличить массу насадки
  - увеличить удельную теплоемкость насадки
- № 5 Средне-логарифмический температурный перепад между теплоносителями рекуперативного теплообменника зависит от ...

- выходных температур теплоносителей
  - входных температур теплоносителей
  - схемы движения теплоносителей
- № 6 Какой материал для экранов ЭВТИ допустимо использовать, если температура эксплуатации превышает 250 С ?
- фольга  $Al$
  - полиимидная пленка (ПИ)
  - полиэтилентерафталатная пленка (ПЭТФ)
- № 7 Какое из перечисленных требований при выборе термопары является первоочередным?
- допустимый диапазон измерения
  - малая инерционность
  - хорошая механическая прочность
- № 8 Величина каких из перечисленных потерь давления в уравнении гидродинамического баланса тепловой трубы является минимальной?
- вызванные действием массовых сил
  - в паровом канале
  - в жидкостном канале
- № 9 Капиллярный напор фитиля тепловой трубы увеличится, если увеличить ...
- коэффициент поверхностного натяжения теплоносителя
  - диаметр поры
  - смачиваемость фитиля
- № 10 Расставьте приведенные теплоносители тепловых труб в порядке возрастания значений передаваемой тепловой мощности.
- аммиак
  - азот
  - литий
  - ртуть