

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Левихин А.А.  
ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
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	
5	9	4	144	51	17	34	0	93	0	0	93	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2025

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:

ПК-3 — Способен определять тепловой режим изделий РКТ и проектировать средства и системы его обеспечения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-3**

*знания:*

основных закономерностей тепловых процессов в агрегатах и устройствах СОТР, основных методов расчета теплообменных устройств различного назначения;

*умения:*

использовать математический аппарат для определения основных параметров теплообменных устройств;

*навыки:*

проведения проектного расчета основных 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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО АГРЕГАТОВ СИСТЕМ КА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

### 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	Лабораторный практикум		ПК-3
5	9	<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.	33	13	10	3	20	20
5	9	<b>Раздел 2. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.</b> 2.1. Агрегаты и устройства установки для исследования характеристик ЭВТИ. 2.2. Экспериментальное определение и расчет теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	23	10	1	9	13	20
5	9	<b>Раздел 3. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.</b> 3.1. Устройство змеевикового трубчатого теплообменника, разборного пластинчатого теплообменника, газожидкостного теплообменника и агрегатов стенда, обеспечивающие его функционирование. 3.2. Теоретические основы расчета теплообмена в рекуперативных теплообменниках.	32	8	0	8	24	15
5	9	<b>Раздел 4. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.</b> 4.1. Моделирование функционирования на стационарном режиме радиационного теплообменника (РТО) методом сосредоточенных параметров. 4.2. Оценка влияния режимных параметров циркуляционной системы терморегулирования КА на размеры радиационного теплообменника.	18	6	0	6	12	15
5	9	<b>Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых труб.</b> 5.1. Принципы работы и виды тепловых труб. Конструкции и материалы капиллярно-пористых структур. Выбор материалов и рабочих тел с учетом их совместимости. Способы регулирования теплопроизводительности. 5.2. Расчет основных параметров тепловой трубы.	20	8	4	4	12	15
5	9	<b>Раздел 6. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.</b> 6.1. Классификация ТА по принципу действия. Конструктивные особенности и применение ТА на основе плавления РВ. 6.2. Метод определения параметров ТА на основе решения задачи Стефана.	18	6	2	4	12	15
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	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.	3
2	Раздел 2. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	Состав экспериментальной установки и принципы функционирования отдельных агрегатов и элементов измерительных систем.	5
3		Экспериментальное определение эффективного коэффициента теплопроводности испытуемого образца ЭВТИ.	4
4	Раздел 3. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.	Изучение устройства и принципов действия агрегатов и измерительных систем экспериментального стенда.	4
5		Проведение экспериментального исследования процессов теплообмена в рекуперативных теплообменниках. Теоретическое и экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи	4
6	Раздел 4. Радиационные теплообменные	Анализ математической модели функционирования РТО в составе циркуляционной СТР, составление алгоритма расчета и программная реализация.	6

	аппараты в составе СОТР КА.		
7	Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых труб.	Анализ структуры фитилей тепловых труб. Определение отличительных характеристик фитилей различного типа. Определение возможного диапазона изменения пространственного положения ТТ из условия обеспечения заданной теплопроизводительности ТТ. Исследование влияния характеристик материала фитиля на работоспособность ТТ.	4
8	Раздел 6. 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
<b>Всего за 9 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. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	Подготовка к проведению лабораторной работы и оформление отчета по ЛР.	13
3	Раздел 3. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.	Подготовка к проведению лабораторной работы и оформление отчета по ЛР.	24
4	Раздел 4. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	12
5	Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых труб.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	12
6	Раздел 6. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.	Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	12
<b>Всего за 9 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
9					ВРЗД	ДР		Отч. по ЛР		ДР	Контр.Р.				Отч. по ЛР	ДР	Контр.Р., диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 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://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
3. <https://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:

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. Лабораторные занятия:**

1. Лабораторная установка для испытаний различных конструкций теплообменников;
2. 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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. 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*:

ПК-3 Способен определять тепловой режим изделий РКТ и проектировать средства и системы его обеспечения.

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;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**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. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.</b>		
Подготовка к проведению лабораторной работы и оформление отчета по ЛР.	Н. К. Матвеев. . Экранно-вакуумная теплоизоляция и определение её характеристик: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-4)	13
Итого по разделу 2		13
<b>Раздел 3. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.</b>		
Подготовка к проведению лабораторной работы и оформление отчета по ЛР.	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 3		24
<b>Раздел 4. 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 4		12
<b>Раздел 5. 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) Б. И. Полетаев. . Проектирование систем обеспечения теплового режима КА: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2) М. К. Сапего, Н. А. Тестоведов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (8.3 - 8.5)	12

Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.</b>		
Подготовка к практическим занятиям и сдаче практических заданий.	В. Д. Атамасов, С. И. Королёв, Л. И. Калягин. . Системы обеспечения тепловых режимов космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (6) А. В. Романов. . Системы обеспечения тепловых режимов герметичных отсеков и ядерных энергетических установок космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2014 (стр.239 - 241)	12
Итого по разделу 6		12

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- контрольная работа;
- дифференцированный зачет.

### **Критерии оценивания**

#### **Диагностическая работа**

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### **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.

Правильное выполнение ЛР №1 (Исследование ЭВТИ)- 8 баллов.

Правильные ответы на вопросы по ходу решения – до 20 баллов.

Правильное выполнение ЛР №2 (Исследование теплообменных аппаратов) - 5 баллов.

Правильные ответы на вопросы по ходу решения - до 10 баллов.

#### **Контрольная работа**

Выполнение контрольной работы №1 (Тепловые трубы): правильное выполнение задачи - 4 балла.

Правильные ответы на вопросы по ходу решения - до 6 баллов.

Выполнение контрольной работы №2 (Тепловые аккумуляторы). Правильное выполнение двух задач - 4 балла.

Правильные ответы на вопросы по ходу решения - до 6 баллов.

#### **Дифференцированный зачет**

Зачет оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий (контрольных и лабораторных работ)

Итоговая оценка:

«зачтено-отлично» - 85 и более баллов

«зачтено-хорошо» - (75 - 84) балла

«зачтено-удовлетворительно» - (51 – 74) балла

«не зачтено» - менее 51 балла.

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		ПК-3	
5	9	Раздел 1. Принципы проектирования теплообменных агрегатов.	33	13	10	3	20	20	Вопросы по разделу
5	9	Раздел 2. Устройство и определение теплотехнических характеристик экранно-вакуумной теплоизоляции.	23	10	1	9	13	20	Отчет по ЛР
5	9	Раздел 3. Агрегаты и устройства стенда для испытания теплообменников.	32	8	0	8	24	15	Отчет по ЛР
5	9	Раздел 4. Радиационные теплообменные аппараты в составе СОТР КА.	18	6	0	6	12	15	Отчет по ЛР
5	9	Раздел 5. Устройство и определение параметров тепловых труб.	20	8	4	4	12	15	Вопросы по разделу, Контрольная работа
5	9	Раздел 6. Устройство и определение параметров тепловых аккумуляторов.	18	6	2	4	12	15	Контрольная работа
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	

## Оценочные материалы по дисциплине АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА

**ПК-3 - Способен определять тепловой режим изделий РКТ и проектировать средства и системы его обеспечения**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Передаваемая тепловая мощность конвективного газожидкостного теплообменника прямо пропорциональна коэффициенту теплопередачи, который является функцией теплоотдачи. Увеличение теплоотдачи приводит к увеличению теплопередачи, т.е. передаваемой тепловой мощности. Увеличение какой теплоотдачи (со стороны газа или жидкости) будет более эффективным.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При изменении положения тепловой трубы, работающей при наземных испытаниях, зона испарения оказалась ниже зоны конденсации. Как это отразится на передаваемой тепловой трубой тепловой мощности.

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Теплообменные аппараты по принципу действия подразделяются на поверхностные и бесповерхностные. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца

Наименование теплообменника	Принцип действия
1. газожидкостный	
2. барботажный	А. поверхностный
3. жидкостно-жидкостный	Б. бесповерхностный
4. смесительный	
5. с вращающейся насадкой	

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами перечислены требования, предъявляемые к теплообменной стенке теплообменного аппарата. Для каждого требования укажите тип теплообменника, к которому оно относится.

Требование к стенке	Тип теплообменника
1. малая толщина	
2. большая теплоемкость	А. рекуперативный
3. малое тепловое сопротивление	Б. регенеративный
4. большая толщина	

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

С какой целью в межтрубное пространство кожухотрубного теплообменника устанавливают поперечные перегородки. Из представленных вариантов выберите правильные

1. для увеличения жесткости конструкции
2. увеличения скорости теплоносителя



3. обеспечения поперечного обтекания труб
  4. увеличения поверхности теплообмена
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Величина каких из перечисленных потерь давления в низкотемпературной тепловой трубе (НТТ) является максимальной?
1. вызванные действием массовых сил
  2. в паровом канале
  3. в жидкостном канале
  4. при фазовых переходах
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность
- Известно, что передаваемая тепловой трубой тепловая мощность существенно зависит от используемого теплоносителя. Расставьте приведенные теплоносители тепловых труб в порядке возрастания значений передаваемой тепловой мощности.
1. ртуть
  2. литий
  3. азот
  4. аммиак
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Укажите изменение какой характеристики тепловой трубы приведет к изменению капиллярного давления, создаваемого фитилем
1. коэффициент поверхностного натяжения теплоносителя
  2. теплота парообразования
  3. смачиваемость фитиля
  4. диаметр поры
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Контурная тепловая труба положительно отличается от традиционной тепловой трубы тем, что ...
1. Сохраняет высокую теплопередающую способность при любой ориентации в поле тяжести
  2. Позволяет передавать тепло на значительные расстояния
  3. Является естественным тепловым диодом (передает тепло только в одном направлении)
  4. Обладает малым временем выхода на номинальное тепловое сопротивление
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какой материал допустимо использовать для экранов экранно-вакуумной теплоизоляции, если температура эксплуатации в диапазоне (200...250) оС ?
1. алюминиевая фольга
  2. полиимидная пленка ПИМ
  3. полиэтилен-терафталатная пленка ПЭТФ
  4. никелевая фольга
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Рабочее вещество (РВ) бортового теплового аккумулятора плавления должно обладать

следующими свойствами.

1. Заданная температура плавления
2. Высокой удельная теплота плавления
3. Малая плотность
4. Малое изменение плотности жидкой и твердой фазы

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Расставьте приведенные теплообменники в порядке возрастания их компактности.

1. Трубчато-ребристые
2. Пластинчатые
3. Трубчато-пластинчатые
4. Пластинчато-ребристые
5. Трубчатые

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

Какая из представленных схем движения теплоносителей, используемых в рекуперативном теплообменнике, при прочих равных условиях обеспечит максимальную передаваемую тепловую мощность.

1. прямоточная
2. противоточная
3. перекрестная
4. смешанная