

**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

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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	8	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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: 2024

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ  
Авферинок Сергей Эдуардович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

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

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

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

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

### **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-12 — способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-12**

знания:

на уровне представлений:

- системного подхода к решению поставленных задач теплового проектирования ЛА;

на уровне воспроизведения:

- методов и схем анализа тепло-прочности элементов силового набора;

на уровне понимания:

- возможности инженерных пакетов в системах теплового проектирования ЛА;

умения:

теоретические:

- составлять расчетные схемы и тепловые модели конструкций;

- составлять расчетные схемы и модели функционирования конструкций РКТ;

практические:

- способностью применять специальные методики прочностных расчётов конструкций ракетной техники и её составных частей с учетом тепловых нагрузок;

- проводить проектирование изделий ракетно-космической техники с использованием твердотельного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации на базе современных компьютерных технологий;;

навыки:

навыки:

- применение методов составления тепловых граничных условий для расчетных схем конструкций РКТ;

- применения методик расчета температурных полей при функционировании конструкций РКТ в условиях повышенных температур.

- оценка коэффициентов запаса прочности и устойчивости теплонагруженных элементов конструкций РКТ..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** 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: **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ФИЗИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИСПЫТАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕОРИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-11 — Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений
- ПСК-12 — Способен разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс
- ПСК-13 — Способен с использованием CAD/CAE-технологий обосновывать выбор конструктивных и силовых схем изделий РКТ, проводить расчеты нагружения, прочности и жесткости элементов систем РКТ, ее узлов и агрегатов

### 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		ПСК-12
4	8	Раздел 1. Физико-механические характеристики основных конструкционных материалов при высоких и низких температурах. Основные этапы и особенности теплового проектирования. Оценка несущей способности конструкции ЛА и выбор допускаемых напряжений.	12	2	2	0	10	20
4	8	Раздел 2. Определение тепловых нагрузок действующих на корпус летательного аппарата в полете и при наземной эксплуатации. Основные виды теплопередачи и их соотношение на отдельных этапах полета. Оценка тепловых потоков в характерных точках летательного аппарата. Тепловой баланс стенки корпуса ЛА.	22	12	8	4	10	20
4	8	Раздел 3. Инженерные методы расчета температурных полей в элементах конструкции летательного аппарата. Определение температурного поля силового набора корпуса ЛА.	29	14	10	4	15	20
4	8	Раздел 4. Основные уравнения термоупругости. Термоупругие напряжения и деформации элементов конструкции. Устойчивость элементов конструкции ЛА при повышенных температурах.	26	14	10	4	12	20
4	8	Раздел 5. Особенности теплового проектирования элементов конструкции летательного аппарата. Базовые принципы комбинаторного анализа теплового режима ЛА.	19	9	4	5	10	20
Всего за 8 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 2. Определение тепловых нагрузок действующих на корпус летательного аппарата в полете и при наземной эксплуатации.	Расчет нестационарной температуры корпуса ЛА на активном участке полета.	4
2	Раздел 3. Инженерные методы расчета температурных полей в элементах конструкции летательного аппарата.	Определение температурного поля силового набора корпуса ЛА. Сплошная расчетная модель. Тонкостенная расчетная модель.	4
3	Раздел 4. Основные уравнения термоупругости.	Термоупругие напряжения и деформации элементов конструкции.	4
4	Раздел 5. Особенности теплового проектирования элементов конструкции летательного аппарата.	Оптимальное проектирование отсеков с учетом теплового нагружения.	5
Всего за 8 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Физико-механические характеристики основных конструкционных материалов при высоких и низких температурах.	Основные этапы и особенности теплового проектирования. Оценка несущей способности конструкции ЛА и выбор допускаемых напряжений.	10
2	Раздел 2. Определение тепловых нагрузок действующих на корпус летательного аппарата в полете и при наземной эксплуатации.	Основные виды теплопередачи и их соотношение на отдельных этапах полета. Оценка тепловых потоков в характерных точках летательного аппарата. Тепловой баланс стенки корпуса ЛА.	10
3	Раздел 3. Инженерные методы расчета температурных полей в	Определение температурного поля силового набора корпуса ЛА.	15

	элементах конструкции летательного аппарата.		
4	Раздел 4. Основные уравнения термоупругости.	Термоупругие напряжения и деформации элементов конструкции. Устойчивость элементов конструкции ЛА при повышенных температурах.	12
5	Раздел 5. Особенности теплового проектирования элементов конструкции летательного аппарата.	Оптимальное проектирование отсеков с учетом теплового нагружения.	10
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8				Отч. по ПЗ	ТекК	ДР		Отч. по ПЗ	ТекК	ДР	Отч. по ПЗ				Отч. по ПЗ, ТекК	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Погорелов. . Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. В. И. Погорелов. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
3. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, эл. рес.
4. И. С. Голубев, А. В. Самарин. . Проектирование конструкций летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1991, 40 экз.
5. О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гущин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители. М.: Дрофа, 2004, 19 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты. М.: Машиностроение, 1984, 3 экз.

### 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/> ; <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### 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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Mathcad Prime 3.1;
3. Matlab 2015a SP1.

### 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. Интерактивная доска;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
4. Mathcad Prime 3.1;
5. Matlab 2015a SP1.

### **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 **ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** 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 А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-12 способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом тепловых нагрузок и формированием температурного поля элементов конструкции ЛА и с оценкой НДС элементов и конструкции в целом, при повышенных (пониженных) температурах функционирования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля.

**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. Физико-механические характеристики основных конструкционных материалов при высоких и низких температурах.</b>		
Основные этапы и особенности теплового проектирования. Оценка несущей способности конструкции ЛА и выбор допускаемых напряжений.	В. И. Погорелов. . Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: Москва: Юрайт, 2020 (1) Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты: М.: Машиностроение, 1984 (1) О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гуцин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители: М.: Дрофа, 2004 (21-23) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (1)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Определение тепловых нагрузок действующих на корпус летательного аппарата в полете и при наземной эксплуатации.</b>		
Основные виды теплопередачи и их соотношение на отдельных этапах полета. Оценка тепловых потоков в характерных точках летательного аппарата. Тепловой баланс стенки корпуса ЛА.	В. И. Погорелов. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: Москва: Юрайт, 2019 (13) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (3,5) О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гуцин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители: М.: Дрофа, 2004 (21)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Инженерные методы расчета температурных полей в элементах конструкции летательного аппарата.</b>		
Определение температурного поля силового набора корпуса ЛА.	О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гуцин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители: М.: Дрофа, 2004 (22) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные	15

	системы): М.: Машиностроение, 2005 (6)	
Итого по разделу 3		15
<b>Раздел 4. Основные уравнения термоупругости.</b>		
Термоупругие напряжения и деформации элементов конструкции. Устойчивость элементов конструкции ЛА при повышенных температурах.	О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гуцин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители: М.: Дрофа, 2004 (22) И. С. Голубев, А. В. Самарин. . Проектирование конструкций летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (5) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (6)	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Особенности теплового проектирования элементов конструкции летательного аппарата.</b>		
Оптимальное проектирование отсеков с учетом теплового нагружения.	О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гуцин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители: М.: Дрофа, 2004 (23) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (8,9)	10
Итого по разделу 5		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- 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 для текущего контроля

Контроль проводится в форме собеседования, в ходе которого студент отвечает на вопросы преподавателя. Контрольное мероприятие считается выполненным, если студент дал не менее двух правильных ответов.

Перечень вопросов для текущего контроля входит в состав УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Комплекты заданий представлены в УМК дисциплины.

Результаты выполнения практического задания оформляются в виде отчета.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

#### Зачет

Зачет считается сданным и обучающийся получает оценку «зачтено», если выполнены все контрольные мероприятия, предусмотренный рабочей программой 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-12		
4	8	Раздел 1. Физико-механические характеристики основных конструкционных материалов при высоких и низких температурах.	12	2	2	0	10	20	Вопросы для текущего контроля	
4	8	Раздел 2. Определение тепловых нагрузок действующих на корпус летательного аппарата в полете и при наземной эксплуатации.	22	12	8	4	10	20	Отчет по практическому заданию	
4	8	Раздел 3. Инженерные методы расчета температурных полей в элементах конструкции летательного аппарата.	29	14	10	4	15	20	Отчет по практическому заданию	
4	8	Раздел 4. Основные уравнения термоупругости.	26	14	10	4	12	20	Отчет по практическому заданию	
4	8	Раздел 5. Особенности теплового проектирования элементов конструкции летательного аппарата.	19	9	4	5	10	20	Отчет по практическому заданию	
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100		
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100		

## Критерии оценивания

### ПСК-12

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Допущение о термической тонкости конструкционной стенки предполагает, что ...
- № 2 Сплошная расчетная модель температурного поля конструкционной стенки предполагает разделять конструкцию на ряд расчетных слоев
- № 3 Тонкостенная расчетная модель температурного поля конструкции предполагает разделять конструкцию на ...
- № 4 Тепловые нагрузки – это нагрузки
- № 5 Критерий Стантона показывает -
- № 6 Аналогия Рейнольдса позволяет
- № 7 Критическое значение числа Рейнольдса характеризует изменение -
- № 8 Критерий Фурье выражает определенное соответствие между -
- № 9 Критерий Био представляет собой отношение -
- № 10 Диссоциацией называется процесс -

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Равновесная температура обшивки ЛА - это температура, возникающая в результате:
- а - баланса внешнего, падающего теплового потока и потока излучения на обшивке ЛА;
  - б - возникновения теплового потока излучения с поверхности обшивки;
  - в - воздействия на обшивку внешнего конвективного теплового потока.
- № 2 Метод условной нагрузки для определения расчетного случая предполагает, что на конструкцию действует:
- а - максимально возможная нагрузка;
  - б - расчетный случай эксплуатации соответствует максимальному значению расчетной нагрузки, определяемой действием внешних сил и моментов;

в - расчетный случай эксплуатации соответствует максимальному значению расчетной нагрузки, определяемой действием внешних нагрузок и нагрева.

№ 3

При тепловых расчетах, принятие значения критерия Прандтля равным единице, позволяет:

а - использовать подобие скоростных и температурных полей в пограничном слое;

б - проводить тепловые расчеты, используя закономерности для холодных течений;

в - не учитывать коэффициент трения на поверхности тела.

№ 4

Обшивка какого отсека может проектироваться только на тепловые нагрузки

а - шпангоутного;

б - стрингерного;

в - лонжеронного.

№ 5

Максимальная температура в пограничном слое на поверхности ЛА называется:

а - температурой торможения;

б - температурой восстановления;

в - термодинамической температурой.

№ 6

В лонжеронном отсеке толщина обшивки выбирается из условия:

а - местной устойчивости участка обшивки, расположенного между двумя соседними лонжеронами;

б - обеспечения целостности отсека при аэродинамическом нагреве;

в - из технологических соображений

№ 7

Критерий Био определяет:

а - распределение температуры по толщине стенки;

б - отношение максимального притока тепла от газа к максимальной пропускной способности стенки;

в - абсолютное значение температуры стенки при известной температуре газа.

№ 8

Тепловые нагрузки – это нагрузки учет которых позволяет оценить:

а - изменение прочностных свойств материалов в процессе нагрева и охлаждения;

б - возникновение дополнительных температурных напряжений;



в - условия функционирования ЛА, при которых необходимо учитывать ползучесть материала конструкции.

№ 9

Тонкостенная расчетная модель температурного поля конструкции используется при условии:

- а - распределение тепловой нагрузки по поверхности ЛА произвольное;
- б - расчетные элементы – термически тонкие в направлении меньшего измерения;
- в - теплообменом во внутреннем объеме отсека – пренебрегают.

№ 10

Сплошная расчетная модель температурного поля конструкционной стенки используется при условии:

- а - перетеканием тепла вдоль поверхности ЛА, можно пренебречь;
- б - распределение тепловой нагрузки по поверхности ЛА равномерное;
- в - расчетные слои – термически тонкие.