

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)**



Рабочая программа

по дисциплине: Термодинамика и теплопередача

для специальности: 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

форма обучения: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 8 зачетных единиц

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6	7		
Контактные занятия (всего)	128	80	48		
В том числе:					
Лекции	48	32	16		
Практические занятия (ПЗ)	48	32	16		
Семинары (С)	-	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16		
Самостоятельная работа (всего)	124	28	96		
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		э-36	зач.		
Общая трудоемкость час	288	144	144	-	-
зач. ед.	8	4	4		

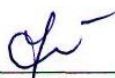
Кафедра «Ракетостроение»

Составитель: Корнев Алексей Анатольевич, кандидат технических наук

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» (уровень специалитета) № 1517 от 01.12.2016 (ред. от 13.07.2017) и утверждена на заседании кафедры

Протокол от 20 апреля 2019 г. №8__

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

 /Ф.А.Уразбахтин

22 апреля 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН
«24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов (уровень специалитета)», специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

 Уразбахтин Ф.А.
24 апреля 2019 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова

 Соловьева Л.Н.

25 апреля 2019 г.

Название дисциплины		Термодинамика и теплопередача					
Номер	83		Академический год		2019/2020	семестр	6, 7
кафедра	«Ракето-строение»	Программа	24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»				
Составитель	Корнев А.А., к.т.н.						
Цели и задачи дисциплины, основные темы	Цели: Освоение студентами основных теоретических положений курса, необходимых для изучения специальных дисциплин, грамотной инженерной оценки тепловых явлений в системах и агрегатах, приобретение знаний и умений термодинамического исследования процессов и циклов тепловых машин, по расчету теплообменных аппаратов и устройств, систем нагрева и охлаждения. Задачи: приобретение знаний по теоретическим основам технической термодинамики и расчету термодинамических процессов, по расчету процессов теплопередачи; получение представления об основах преобразования теплоты в другие виды энергии, о возобновляемых и невозобновляемых видах энергии; освоение методов и приемов аналитического и графического исследования тепловых процессов; приобретение практических навыков по расчету тепловых режимов отдельных узлов и агрегатов силовых установок летательных аппаратов; знаний по теоретическим основам взаимопревращения тепловой и механической энергии; сформировать базовые знания об основных закономерностях теплообмена; выработка навыка использования справочного материала при решении инженерно-технических задач. Знания: положения теоретических основ взаимопревращения тепловой и механической энергии; основные законы термодинамики и теплопередачи; термодинамические параметры рабочих тел, тепло-емкость, энтальпию и энтропию; основные термодинамические процессы; идеальные термодинамические циклы, бинарные процессы и бинарные циклы; основные понятия и определения теории теплообмена, виды теплообмена; дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности; граничные условия I, II, III, IV рода; теплопроводность и теплопередача при стационарном и нестационарном режиме; конвективный теплообмен и коэффициент теплоотдачи; критериальные числа подобия (Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле); радиационный теплообмен (излучение) и его основные законы (Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа); организацию и расчет тепло-вой защиты поверхностей; Умения: исследовать и решать задачи термодинамики; рассчитывать термодинамические процессы; определять термические параметры во всех характерных точках любого теплового двигателя (установки) и холодильной машины; определять термическую эффективность любого теплового двигателя (установки) и холодильной машины; и решать задачи теплопередачи и теплообмена; температурные поля плоских и цилиндрических одно- и многослойных стенок; осуществлять выбор конструкционных материалов при проектировании узлов и агрегатов летательных аппаратов; Навыки: методиками термодинамических расчетов; методами и приемами аналитического и графического исследования тепловых процессов; методиками расчета процессов теплопередачи и теплообмена; навыком использования справочного материала при решении инженерно-технических задач. Лекции (основные темы): основные понятия термодинамики. Термодинамические процессы. Термодинамические циклы энергетических установок. Основные понятия и определения теории теплообмена (I). Основные понятия и определения теории теплообмена (II). Теплоотдача и конвекция. Теплообмен излучением. Организация и расчет тепловой защиты поверхностей. Лабораторные работы: определение термодинамических свойств смеси газов. Первый закон термодинамики. Законы и уравнение состояния идеальных газов. Теплоемкость, энтальпия и внутренняя энергия газов в идеальном состоянии. Термодинамические процессы. Исследование процессов в соплах и диффузорах. Идеальный цикл Карно. Компрессоры и циклы двигателей внутреннего сгорания. Расчет температурных полей при стационарной теплопроводности. Расчет нестационарных температурных полей в плоских и цилиндрических стенках. Теория подобия в задачах конвективного теплообмена. Расчет тепловой защиты. Практические занятия. Параметры состояния рабочего тела. Уравнение состояния идеальных газов. Термодинамические процессы. Определение термодинамических свойств смеси газов. Первый закон термодинамики. Законы и уравнение состояния идеальных газов. Второй закон термодинамики. Циклы энергетических установок. Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенке. Истечение и дросселирование газов и паров. Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Расчет теплозащитного покрытия.						
Основная литература	1. Теоретические основы термодинамики и теплопередачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Ларионов, Ю. И. Кураков, В. С. Воишев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 200 с. — 978-5-7267-0836-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72761.html. 2. Скаков С. В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : курс лекций. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 122 с. — 978-5-88247-698-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55663.html						
Технические средства	Персональный компьютер						
Компетенции	Приобретаются студентами при освоении модуля						
Общекультурные	—						
Профессиональные	ПК-1. Способность работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения; ПК-2. Способность анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники; ПК-27. Способность с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты; ПК-28. Способность сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации; ПСК-5.1. Способность проводить проекторочные расчёты баллистических ракет с РДТТ различного назначения, а также прочностные, тепловые, теплофизические и динамические расчёты твёрдотопливных двигателей, зарядов твёрдого топлива, подкреплённых отсеков, вспомогательных двигателей и других систем.						
Зачетных единиц	8	Форма проведения занятий	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
		Всего часов	48 (32/16)	48 (32/16)	32 (16/16)	124 (28/96)	
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/КР	Условие зачета дисциплины	Получение оценки 3, 4 или 5 / «зачтено»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к практическим и лабораторным работам, экзамену	
формы	экз. / зачет	нет-					
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины					Высшая математика, Физика		

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является освоение студентами основных теоретических положений курса, необходимых для изучения специальных дисциплин, грамотной инженерной оценки тепловых явлений в системах и агрегатах, приобретение знаний и умений термодинамического исследования процессов и циклов тепловых машин, по расчету теплообменных аппаратов и устройств, систем нагрева и охлаждения.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний по теоретическим основам технической термодинамики и расчету термодинамических процессов, по расчету процессов теплопередачи;
- получение представления об основах преобразования теплоты в другие виды энергии, о возобновляемых и невозобновляемых видах энергии;
- освоение методов и приемов аналитического и графического исследования тепловых процессов;
- приобретение практических навыков по расчету тепловых режимов отдельных узлов и агрегатов силовых установок летательных аппаратов;
- знаний по теоретическим основам взаимопревращения тепловой и механической энергии;
- сформировать базовые знания об основных закономерностях теплообмена;
- выработка навыка использования справочного материала при решении инженерно-технических задач.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- положения теоретических основ взаимопревращения тепловой и механической энергии;
- основные законы термодинамики и теплопередачи;
- термодинамические параметры рабочих тел, теплоемкость, энтальпию и энтропию;
- основные термодинамические процессы;
- идеальные термодинамические циклы, бинарные процессы и бинарные циклы;
- основные понятия и определения теории теплообмена, виды теплообмена;
- дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности;
- граничные условия I, II, III, IV рода;
- теплопроводность и теплопередача при стационарном и нестационарном режиме;
- конвективный теплообмен и коэффициент теплоотдачи;
- критериальные числа подобия (Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле);
- радиационный теплообмен (излучение) и его основные законы (Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа);
- организацию и расчет тепловой защиты поверхностей;

уметь:

- исследовать и решать задачи термодинамики;
- рассчитывать термодинамические процессы;
- определять термические параметры во всех характерных точках любого теплового двигателя (установки) и холодильной машины;
- определять термическую эффективность любого теплового двигателя (установки) и холодильной машины;
- и решать задачи теплопередачи и теплообмена;
- температурные поля плоских и цилиндрических одно- и многослойных стенок;
- осуществлять выбор конструкционных материалов при проектировании узлов и агрегатов летательных аппаратов;

владеть:

- методиками термодинамических расчетов;

- методами и приемами аналитического и графического исследования тепловых процессов;
- методиками расчета процессов теплопередачи и теплообмена;
- навыком использования справочного материала при решении инженерно-технических задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО:

2.1. Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП ВО.

2.2. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Высшая математика, Физика.

2.3. Изучения дисциплины студент должен:

знать:

- виды и принципы инженерных расчетов;
- раздел «основы термодинамики» курса физики;

уметь: применять на практике навыки работы со справочниками при решении профессиональных задач;

владеть: основами расчета термодинамических процессов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1 Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Знания
1.	Положения теоретических основ взаимопревращения тепловой и механической энергии.
2.	Основные законы термодинамики.
3.	Термодинамические параметры рабочих тел, теплоемкость, энтальпия и энтропия.
4.	Основные термодинамические процессы.
5.	Идеальные термодинамические циклы, бинарные процессы и бинарные циклы.
6.	Основные понятия и определения теории теплообмена, виды теплообмена.
7.	Дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности.
8.	Основные законы теплопередачи, граничные условия I, II, III, IV рода.
9.	Теплопроводность и теплопередача при стационарном и нестационарном режиме.
10.	Конвективный теплообмен и коэффициент теплоотдачи.
11.	Критериальные числа подобия (Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле).
12.	Радиационный теплообмен (излучение) и его основные законы (Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа).
13.	Организация и расчет тепловой защиты поверхностей.

3.2 Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1.	Исследовать и решать задачи термодинамики.
2.	Рассчитывать термодинамические процессы.
3.	Определять термические параметры во всех характерных точках любого теплового двигателя (установки) и холодильной машины.
4.	Определять термическую эффективность любого теплового двигателя (установки) и холодильной машины.
5.	Исследовать и решать задачи теплопередачи и теплообмена.
6.	Рассчитывать температурные поля плоских и цилиндрических одно- и многослойных стенок.
7.	Осуществлять выбор конструкционных материалов при проектировании узлов и

	агрегатов летательных аппаратов.
--	----------------------------------

3.3 Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Навыки
1.	Владеть методиками термодинамических расчетов.
2.	Владеть методами и приемами аналитического и графического исследования тепловых процессов.
3.	Применять на практике навыки использования справочного материала при решении инженерно-технических задач.
4.	Владеть методиками расчета процессов теплопередачи и теплообмена.

3.4 Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Знания (№№ из 3.1)	Умения (№№ из 3.2)	Навыки (№№ из 3.3)
ПК-1. Способность работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения.	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 13	1, 2, 5, 6	1, 2, 3, 4
ПК-2. Способность анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники.	3, 7, 13	3, 4, 5, 7	1, 3
ПК-27. Способность с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.	3, 4, 5, 6, 7, 11, 12	1, 3, 5	1, 2, 4
ПК-28. Способность сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации	4, 8, 11	1, 3, 5, 7	1, 2, 3, 4
ПСК-5.1. Способность проводить проектировочные расчёты баллистических ракет с ракетными двигателями твердого топлива различного назначения, а также прочностные, тепловые, теплофизические и динамические расчёты твёрдотопливных двигателей, зарядов твёрдого топлива, подкреплённых отсеков, вспомогательных двигателей и других систем	1, 2, 6, 9, 10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				лек	прак	лаб	СРС	
	6 семестр							
1	Основные понятия термодинамики. Идеальные газы и их смеси. Реальные газы. Водяной пар. Первый закон термодинамики.	6	1 2 3 4 5 6	2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2	 2 2 2	8	Защита отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 1
2	Термодинамические процессы. Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. Термодинамика газового потока.	6	7 8 9 10 11 12	2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2	 2 2 2 2	10	1 аттестация Защита отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 2
3	Термодинамические циклы энергетических установок.	6	13 14 15 16 17	2 2 2 2	2 2 4 	4 	10	Защита отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 3 2 аттестация 3 аттестация
	Экзамен						36	Вопросы к экзамену
	Всего 6 семестр			32	32	16	64	
	7 семестр							
4	Основные понятия и определения теории теплообмена (I). Теплоотдача и теплопроводность.	7	1 2 3 4 5 6	2 2 2 2 2	2 2 2 2 2	 2 2 2	30	Защита отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 1
5	Основные понятия и определения теории теплообмена (II). Теплоотдача и конвекция.	7	7 8 9 10 11 12	2 2 2 2 2	2 2 2 2 2	 2 2 2 2	32	1 аттестация Защита отчетов по практическим и лабораторным работам Контрольная работа 2
6	Теплообмен излучением. Организация и расчет	7	13 14	2 2	2 2	 4	32	Защита отчетов по практическим и

	3.3. Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей. Жидкостные реактивные двигатели. Воздушно-реактивные двигатели.	1, 4, 5	3, 4	1, 2, 3
4	4. Основные понятия и определения теории теплообмена (I). 4.1. Виды теплообмена. Основные законы термодинамики и теплопередачи. 4.2. Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок; круглого стержня и трубы с внутренним источником теплоты. 4.3. Дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности, массообмена, движения и сплошности, граничные условия I, II, III, IV рода. 4.4. Теплопроводность и теплопередача при стационарном и нестационарном режиме.	6, 8 6, 8 6, 7, 8 6, 7, 9	5 5, 6 5 5, 6	1, 3, 4 1, 3, 4 1, 3, 4 1, 3, 4
5	5. Основные понятия и определения теории теплообмена (II). 5.1. Конвективный теплообмен, закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. 5.2. Основы теории подобия физических явлений. Критериальные числа подобия (Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле, Фурье). 5.3. Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции. Теплообмен при кипении и конденсации. 5.4. Гипотеза пограничного слоя и уравнение теплоотдачи в пограничном слое.	6, 10 6, 10, 11 6, 10 6, 10	5 5 5 5	3, 4 3, 4 3, 4 3, 4
6	6. Теплообмен излучением. 6.1. Радиационные характеристики тел. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа). 6.2. Теплообмен излучением абсолютно черных и реальных тел. Тепловое излучение газов и смесей. 6.3. Температурные поля в конструкциях летательных аппаратов. Организация и расчет тепловой защиты поверхностей. 6.4. Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача через стенку. Тепловая изоляция.	6, 12 6, 12 6, 13 6, 13	5, 7 5, 7 5, 6, 7 5, 6, 7	3, 4 3, 4 3, 4 3, 4

4.3. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование темы практического занятия	Трудоемкость (час)
	6 семестр		
1	1	Параметры состояния рабочего тела.	4
2	1	Уравнение состояния идеальных газов. Термодинамические процессы.	4
3	1	Определение термодинамических свойств смеси газов.	4
4	2	Первый закон термодинамики.	4
5	2	Законы и уравнение состояния идеальных газов.	4

6	2	Второй закон термодинамики.	4
7	3	Циклы энергетических установок.	8
Всего 6 семестр			32
7 семестр			
8	4	Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенке.	4
9	5	Истечение и дросселирование газов и паров.	4
10	6	Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой.	4
11	6	Расчет теплозащитного покрытия.	4
Всего 7 семестр			16
ИТОГО			48

4.4. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
6 семестр			
1	1	Определение термодинамических свойств смеси газов.	2
2	1	Первый закон термодинамики.	2
3	1	Законы и уравнение состояния идеальных газов.	2
4	2	Теплоемкость, энтальпия и внутренняя энергия газов в идеальном состоянии.	2
5	2	Термодинамические процессы.	2
6	2	Исследование процессов в соплах и диффузорах.	2
Всего 6 семестр			16
7 семестр			
7	3	Идеальный цикл Карно. Компрессоры и циклы двигателей внутреннего сгорания.	4
8	4	Расчет температурных полей при стационарной теплопроводности.	2
9	4	Расчет нестационарных температурных полей в плоских и цилиндрических стенках.	4
10	5	Теория подобия в задачах конвективного теплообмена.	6
11	6	Расчет тепловой защиты.	4
Всего 7 семестр			16
ИТОГО			32

5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час)
	6 семестр		
1	1	Основные понятия. Идеальные газы и их смеси. Реальные газы. Водяной пар. Первый закон термодинамики.	8
2	2	Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. Термодинамика газового потока.	10
3	3	Термодинамические циклы энергетических установок.	10
	ВСЕГО 6 СЕМЕСТР		28
	7 семестр		
4	4	Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплоотдача и теплопроводность.	30
5	5	Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплоотдача и теплопроводность.	32
6	6	Теплообмен излучением. Организация и расчет тепловой защиты поверхностей.	32
	Всего 7 семестр		94
	ИТОГО		122

5.2. Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика и теплопередача», которое оформляется в виде отдельного документа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Теоретические основы термодинамики и теплопередачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Ларионов, Ю. И. Кураков, В. С. Воищев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский	2015

	Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 200 с. — 978-5-7267-0836-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72761.html .	
2	Скаков, С. В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : курс лекций / С. В. Скаков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 122 с. — 978-5-88247-698-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55663.html	2014

б) дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Лабораторный практикум по термодинамике [Электронный ресурс] учебное пособие / С. Н. Богданов, А. В. Клёцкий, В. В. Митропов [и др.] — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 89 с. -2227-8397. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67246.html	2016
2	Дьяконов В. Г. Основы теплопередачи и массообмена [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Г. Дьяконов, О. А. Лоншаков. Электрон. текстовые данные. -Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. -244с. — 978-5-7882-1813-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63714.html	2015
3	Овчинников, Ю. В. Основы технической термодинамики [Электронный ресурс]: учебник / Ю. В. Овчинников. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 293 с. — 978-5-7782-1303-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47708.html	2010

г) программное обеспечение:

1. Microsoft Office 2016.
2. OpenOffice.

д) методические указания:

1. Васьков Е.Т. Техническая термодинамика и теплопередача: метод. указания к лабораторным работам для студентов всех специальностей. СПб.: СПбГАСУ, 2003. -80 с.
2. Беляева Л.И. Термодинамика и теплопередача: метод указания / Л.И. Беляева, А.С. Петухов, А.В. Комаров. – Ухта: УГТУ, 2016. –60 с.
3. Казанцева И.Л. Техническая термодинамика и теплотехника: Методические указания к выполнению контрольной и самостоятельной работы. Энгельс: Изд-во ЭТИ СГТУ им. Ю.А. Гагарина, 2014. 36 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1	Аудитория №219. Именная лаборатория конструирования и проектирования ракет АО «Воткинский завод». Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Ноутбук. Компьютеры - 13 шт. Телевизор. Стенд (наглядное пособие). Программное обеспечение.
2	Аудитория №314. Учебная мультимедийная аудитория. Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная, проектор, компьютер.
3	Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись, дата)
2018-2019	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018 г.
2019-2020	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019 г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение
высшего образования

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Воткинский филиал

Кафедра Ракетостроение

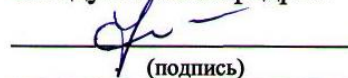
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

«_20_» _04_2019 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

 Уразбахтин Ф.А.
(подпись)

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

(наименование дисциплины)

**24.05.01 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТ
И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

(шифр и наименование направления/специальности наименование дисциплины)

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ «РАКЕТЫ С РАКЕТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА»

(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

Воткинск 2019

Содержание

Раздел	Стр.
Содержание	2
Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине <u>Термодинамика и теплопередача.</u>	3
1. Зачетно-экзаменационные материалы	4
2. Комплекты оценочных средств	4
3. Темы для самостоятельной работы	7
4. Критерии формирования оценок на экзамене	7

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»**
(наименование дисциплины)

6 семестр

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия. Идеальные газы и их смеси. Реальные газы	ПК-1, ПК-27	
2	Водяной пар. Первый закон термодинамики	ПК-1, ПК-27	Контрольная работа 1
3	Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа.	ПК-1, ПК-27, ПСК-5.1	
4	Термодинамика газового потока	ПК-1, ПК-27, ПК-28, ПСК-5.1	Контрольная работа 2
5	Термодинамические циклы энергетических установок	ПК-1, ПК-2, ПК-27, ПК-28, ПСК-5.1	Темы для самостоятельной работы Контрольная работа 3 Собеседование по вопросам по лекционному материалу

*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

7 семестр

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения теории теплообмена	ПК-1, ПК-27	
2	Теплоотдача и теплопроводность	ПК-1, ПК-2, ПК-27	Контрольная работа 1
3	Конвективный теплообмен в однородной среде	ПК-1, ПК-27, ПСК-5.1	
4	Теплообмен при фазовых превращениях	ПК-1, ПК-27, ПК-28, ПСК-5.1	Контрольная работа 2
5	Теплообмен излучением	ПК-1, ПК-2, ПК-27, ПК-28, ПСК-5.1	Темы для самостоятельной работы
6	Организация и расчет тепловой защиты поверхностей	ПК-1, ПК-2, ПК-27, ПК-28, ПСК-5.1	Контрольная работа 3 Собеседование по вопросам по лекционному материалу

*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

Зачетно-экзаменационные материалы

6 семестр

Перечень контрольных вопросов для проверки остаточных знаний и для проведения экзамена.

1. Предмет и история развития термодинамики.
2. Основные понятия (рабочее тело, энергия, теплота, работа, термодинамическая система – открытая, изолированная, однородная, гетерогенная). Нормальные условия.
3. Термодинамическая система. Примеры.
4. Параметры состояния газа – давление, температура, удельный объем, Уравнение состояния.
5. Идеальные газы. Основные газовые законы. Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
6. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Уравнение состояния смеси и расчет долей компонентов и теплоемкости смеси.
7. Теплоемкость газов. Истинная и средняя теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры и характера процесса.
8. Термодинамический процесс. Первый закон термодинамики, энтальпия.
9. Изменение внутренней энергии и работа газа в термодинамическом процессе. Уравнение первого закона термодинамики для движущегося газа.
10. Процесс парообразования. Водяной пар и его свойства.
11. Основные газовые (термодинамические) процессы (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный).
12. Второй закон термодинамики. Циклы теплового двигателя и холодильной машины (круговые процессы).
13. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Работоспособность. (Гипотеза тепловой смерти Вселенной).
14. Ts – диаграмма термодинамических процессов.
15. Термодинамика потока газа или пара. Скорость и расход газа при течении.
16. Критическое сечение. Дросселирование газов и паров.
17. Критическая скорость истечения газов. Сопло Лаваля.
18. Идеальные циклы теплового двигателя (Карно) и холодильной машины.
19. КПД и холодильный коэффициент тепловых установок.
20. Цикл Аткинсона. Цикл Брайтона/Джоуля. Обратный цикл Брайтона.
21. Цикл Дизеля. Цикл Ленуара.
22. Цикл Миллера. Цикл Отто.
23. Цикл Ренкина. Цикл Стирлинга.
24. Цикл Тринклера. Цикл Хамфри.
25. Циклы компрессорных машин и поршневых двигателей внутреннего сгорания.
26. Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей.
27. Жидкостные реактивные двигатели.
28. Воздушно-реактивные двигатели.
29. Схема и $p-v$ - диаграмма поршневого компрессора.

7 семестр

Перечень контрольных вопросов для проверки остаточных знаний и для проведения зачета.

1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Виды теплообмена..
2. Основные законы термодинамики и теплопередачи.
3. Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенок.
4. Теплопроводность цилиндрической однослойной и многослойной стенок.
5. Теплопроводность шаровой стенки; круглого стержня и трубы с внутренним источником теплоты.

6. Дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности.
7. Дифференциальные уравнения массообмена, движения и сплошности.
8. Граничные условия I, II, III, IV рода.
9. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме.
10. Теплопроводность и теплопередача при нестационарном режиме.
11. Конвективный теплообмен. Основные понятия, число Рейнольдса и закон Ньютона-Рихмана.
12. Коэффициент теплоотдачи.
13. Подобие процессов конвективного теплообмена. Критериальные числа подобия Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле, Фурье.
14. Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции.
15. Теплообмен при кипении и конденсации.
16. Теплообмен при движении среды с большой скоростью.
17. Гипотеза пограничного слоя и уравнение теплоотдачи в пограничном слое.
18. Теплообмен излучением. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания.
19. Законы теплового излучения Планка, Вина.
20. Законы теплового излучения Стефана–Больцмана, Кирхгофа.
21. Теплообмен излучением между телами. Теплообмен излучением абсолютно черных и реальных тел.
22. Тепловое излучение газов и смесей.
23. Температурные поля в конструкциях летательных аппаратов.
24. Организация и расчет тепловой защиты поверхностей.
25. Лучистый теплообмен методы тепловой защиты поверхностей.
26. Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача через стенку.
27. Тепловая изоляция.

2. Комплекты оценочных средств

2.1. Вопросы к собеседованию (6 семестр) по лекционному материалу на темы «Основные понятия. Идеальные газы и их смеси. Реальные газы; Водяной пар. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа; Термодинамика газового потока; Термодинамические циклы энергетических установок»:

- Основные понятия. Нормальные условия. Термодинамическая система.
- Параметры состояния газа. Уравнение состояния. Идеальные газы. Основные газовые законы. Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
- Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Уравнение состояния смеси и расчет долей компонентов и теплоемкости смеси.
- Теплоемкость газов. Истинная и средняя теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры и характера процесса.
- Термодинамический процесс. Первый закон термодинамики, энтальпия.
- Изменение внутренней энергии и работа газа в термодинамическом процессе. Уравнение первого закона термодинамики для движущегося газа.
- Процесс парообразования. Водяной пар и его свойства.
- Второй закон термодинамики. Циклы теплового двигателя и холодильной машины (круговые процессы).

- Энтропия. Закон возрастания энтропии. Работоспособность. (Гипотеза тепловой смерти Вселенной).
- Ts – диаграмма термодинамических процессов.
- Термодинамика потока газа или пара. Скорость и расход газа при течении.
- Критическое сечение. Дросселирование газов и паров.
- Критическая скорость истечения газов. Сопло Лавалья.
- Идеальные циклы теплового двигателя (Карно) и холодильной машины.
- КПД и холодильный коэффициент тепловых установок.
- Цикл Аткинсона. Цикл Брайтона/Джоуля. Обратный цикл Брайтона.
- Цикл Дизеля. Цикл Ленуара. Цикл Миллера. Цикл Отто.
- Цикл Ренкина. Цикл Стирлинга. Цикл Тринклера. Цикл Хамфри.
- Циклы компрессорных машин и поршневых двигателей внутреннего сгорания.
- Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей.
- Жидкостные реактивные двигатели.
- Воздушно-реактивные двигатели.
- Схема и $p-v$ - диаграмма поршневого компрессора.

2.2. Вопросы к собеседованию (7 семестр) по лекционному материалу на темы «Основные понятия и определения теории теплообмена; Теплоотдача и теплопроводность; Конвективный теплообмен в однородной среде; Теплообмен при фазовых превращениях; Теплообмен излучением; Организация и расчет тепловой защиты поверхностей»:

- Виды теплообмена. Основные законы термодинамики и теплопередачи.
- Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенок.
- Теплопроводность цилиндрической однослойной и многослойной стенок.
- Теплопроводность шаровой стенки; круглого стержня и трубы с внутренним источником теплоты.
- Дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности.
- Дифференциальные уравнения массообмена, движения и сплошности.
- Граничные условия I, II, III, IV рода.
- Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме.
- Теплопроводность и теплопередача при нестационарном режиме.

- Конвективный теплообмен. Основные понятия, число Рейнольдса и закон Ньютона-Рихмана.
- Коэффициент теплоотдачи.
- Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции.
- Теплообмен при кипении и конденсации.
- Теплообмен при движении среды с большой скоростью.
- Гипотеза пограничного слоя и уравнение теплоотдачи в пограничном слое.
- Теплообмен излучением. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания.
- Законы теплового излучения Планка, Вина.
- Законы теплового излучения Стефана–Больцмана, Кирхгофа.
- Тепловое излучение газов и смесей.
- Температурные поля в конструкциях летательных аппаратов.
- Организация и расчет тепловой защиты поверхностей.
- Лучистый теплообмен методы тепловой защиты поверхностей.
- Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача через стенку.
- Тепловая изоляция.

На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос.
- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса.
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

2.3. Варианты заданий для контрольных работ

6 семестр

Контрольная работа 1

Вариант 1

1. Основные понятия. Нормальные условия. Идеальные газы
2. Решить задачу: Манометр, установленный в открытой кабине самолета, находящегося на земле, показывает давление масла 6 кгс/см^2 при показании барометра 752 мм рт. ст. Каковы будут показания манометра после подъема самолета на некоторую высоту, где

атмосферное давление будет равно 442,5 мм рт. ст.? Чему будет соответствовать это значение в системе СИ?

Вариант 2

1. Основные газовые законы. Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса
2. Решить задачу: В машинном зале электростанции работают три турбины разных производителей. Манометры, установленные на их конденсаторах, показывают абсолютные давления $p_1 = 2,94$ кПа; $p_2 = 3,923$ кН/м² и $p_3 = 0,711$ lbf/in². Определить величины вакуумов в процентах барометрического давления, если барометр в машинном зале показывает 753 мм рт. ст.

Контрольная работа 2

Вариант 1.

1. Термодинамический процесс. Первый закон термодинамики, энтальпия.
2. Решить задачу: Воздушный компрессор сжимает 129 кг/ч воздуха. Установлено, что при сжатии энтальпия воздуха увеличивается на 17 МДж/ч, а энтальпия охлаждающей компрессор воды – на 10 МДж/ч. Найти мощность привода компрессора, пренебрегая потерями и изменениями кинетической и потенциальной энергии.

Вариант 2

1. Второй закон термодинамики. Циклы теплового двигателя и холодильной машины.
2. Решить задачу: Баллон с водородом объемом 40 л выносится из помещения с температурой 5°C в машинный зал, где температура достигает 25°C. Определить изменение энтальпии водорода и количество теплоты, полученной газом после выравнивания температуры, если начальное давление в баллоне составляло 12 МПа.

Контрольная работа 3

Вариант 1

1. КПД и холодильный коэффициент тепловых установок.
2. Решить задачу: Двухатомный газ, для которого газовая постоянная 296,9 Дж/(кг·К), имея на входе в суживающееся сопло параметры: полное давление 6,4 МПа и температура торможения 300 К, вытекает в среду, где давление 4,5 МПа. Определить скорость истечения и секундный расход газа, если диаметр выходного отверстия равен 5 мм. Истечение считать изэнтропийным.

Вариант 2

1. Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей.
2. Решить задачу: определить секундный массовый расход окиси углерода и скорость истечения из суживающегося сопла, если известно, что на входе в сопло газ имеет параметры: полное давление 0,5 МПа и температура торможения 680°C. Давление среды, в которую газ вытекает, 0,3 МПа. Площадь выходного сечения сопла 1 см². Коэффициент скорости равен единице. Подсчитать скорость звука в выходном сечении.

Контрольная работа 1

Вариант 1

1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Виды теплообмена.
2. Решить задачу: Вычислить плотность теплового потока через плоскую однородную стенку, толщина которой значительно меньше ширины и высоты, если стенка выполнена: а) из стали [$\lambda=40 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$]; б) из бетона [$\lambda=1,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$]; в) из диатомитового кирпича [$\lambda=0,11 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$]. Во всех трех случаях толщина стенки 50 мм. Температуры на поверхности стенки поддерживаются постоянными: 100°C и 90°C .

Вариант 2

1. Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенок.
2. Решить задачу: Плотность теплового потока через плоскую стенку толщиной 50 мм $q=70 \text{ Вт/м}^2$. Определить разность температур на поверхностях стенки и численные значения градиента температуры в стенке, если она выполнена: а) из латуни [$\lambda=70 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$]; б) из красного кирпича [$\lambda=0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$]; в) из пробки [$\lambda=0,07 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$].

Контрольная работа 2

Вариант 1

1. Конвективный теплообмен. Основные понятия, число Рейнольдса и закон Ньютона-Рихмана.
2. Решить задачу: определить коэффициент теплопроводности материала стенки, если при ее толщине 40 мм и разности температур на поверхностях 20°C плотность теплового потока 145 Вт/м^2 .

Вариант 2

1. Теплообмен при движении среды с большой скоростью.
2. Решить задачу: определить потерю теплоты Q , Вт, через стенку из красного кирпича длиной 5 м, высотой 4 м и толщиной 0,25 м, если температуры на поверхности стенки поддерживаются 110°C и 40°C . Коэффициент теплопроводности красного кирпича $\lambda=0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$.

Контрольная работа 3

Вариант 1

1. Теплообмен излучением. Коэффициенты отражения, поглощения и проницаемости.
2. Решить задачу: Плоскую поверхность необходимо изолировать так, чтобы потери теплоты с единицы поверхности в единицу времени не превышали 450 Вт/м^2 . Температура поверхности под изоляцией 450°C , внешней поверхности 50°C . Определить толщину изоляции для двух случаев: а) изоляция выполнена из совелита, для которого $\lambda=0,09+0,0000874t$; б) изоляция выполнена из асботермита, для которого $\lambda=0,109+0,000146t$.

Вариант 2

1. Организация и расчет тепловой защиты поверхностей.
2. Решить задачу: Плоская стенка бака площадью 5 м^2 покрыта двухслойной тепловой изоляцией. Стенка бака стальная, толщиной 8 мм, с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1=46,5 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$. Первый слой изоляции выполнен из новоасбозурита толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности которого определяется уравнением $\lambda_2=0,144+0,00014t$. Второй слой изоляции толщиной 10 мм представляет собой штукатурку (известковую), коэффициент теплопроводности которой $\lambda_3=0,698 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$. Температуры внутренней поверхности стенки бака 250°С , внешней поверхности изоляции 50°С . Вычислить количество теплоты, передаваемой через стенку, температуры на границах слоев изоляции и построить график распределения температуры.

3. Темы для самостоятельной работы

Варианты заданий для самостоятельной работы: поиск учебных пособий по данному материалу, подготовка презентации и доклада

6 семестр

1. Предмет и история развития термодинамики. Основные понятия. Термодинамические параметры состояния газа. Уравнение состояния. Идеальные газы.
2. Основные газовые законы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Уравнение состояния смеси и расчет долей компонентов и теплоемкости смеси.
3. Теплоемкость газов. Истинная и средняя теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры и характера процесса. Термодинамический процесс. Первый закон термодинамики, энтальпия.
4. Изменение внутренней энергии и работа газа в термодинамическом процессе. Водяной пар и его свойства.
5. Основные термодинамические процессы (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный).
6. Второй закон термодинамики. Энтропия и закон ее возрастания. Работоспособность. Ts – диаграмма термодинамических процессов.
7. Термодинамика потока газа или пара. Уравнение первого закона термодинамики для движущегося газа. Скорость и расход газа при течении.
8. Критическое сечение. Дросселирование газов и паров.
9. Циклы теплового двигателя и холодильной машины. Идеальные циклы (Карно). КПД и холодильный коэффициент тепловых установок.
10. Циклы компрессорных машин и поршневых двигателей внутреннего сгорания. Термодинамические циклы Аткинсона, Брайтона/Джоуля; Дизеля, Ленуара, Миллера, Отто, Ренкина, Стирлинга, Тринклера и Хэмфри.
11. Циклы газотурбинных установок и реактивных двигателей. Жидкостные реактивные двигатели. Воздушно-реактивные двигатели.

7 семестр

1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Виды теплообмена. Основные законы термодинамики и теплопередачи.
2. Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок; круглого стержня и трубы с внутренним источником теплоты.
3. Дифференциальные уравнения теплоотдачи и теплопроводности, массообмена, движения и сплошности, граничные условия I, II, III, IV рода.
4. Теплопроводность и теплопередача при стационарном и нестационарном режиме.

5. Конвективный теплообмен, закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
6. Основы теории подобия физических явлений. Критериальные числа подобия (Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле, Фурье).
7. Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции. Теплообмен при кипении и конденсации.
8. Гипотеза пограничного слоя и уравнение теплоотдачи в пограничном слое.
9. Теплообмен излучением. Радиационные характеристики тел. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа).
10. Теплообмен излучением абсолютно черных и реальных тел. Тепловое излучение газов и смесей.
11. Температурные поля в конструкциях летательных аппаратов. Организация и расчет тепловой защиты поверхностей.
12. Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача через стенку. Тепловая изоляция.

4. Критерии формирования оценок

6 семестр (экзамен)

Допущенным к экзамену считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- выполнивший все практические задания;
- выполнивший все лабораторные задания;
- выполнивший все контрольные работы;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценку на собеседовании;
- выполнивший презентацию и сделавший доклад о выполнении самостоятельной работы.

На экзамене студент вытягивает билет, в котором два вопроса и задача.

Критерии оценки экзамена:

- **«неудовлетворительно»** - студент не ответил ни на один вопрос и не решил задачу;
- **«удовлетворительно»** - студент решил задачу и ответил, неполно, не менее, чем на один вопрос;
- **«хорошо»** - студент решил задачу и развернуто и правильно ответил не менее, чем на один вопрос;
- **«отлично»** - студент решил задачу и развернуто и правильно ответил на оба вопроса.

7 семестр (зачет)

Допущенным к зачету считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- выполнивший все практические задания;
- выполнивший все лабораторные задания;
- выполнивший все контрольные работы;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценку на собеседовании;

- выполнивший презентацию и сделавший доклад о выполнении самостоятельной работы.

На зачете задается три вопроса. Оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, который развернуто и правильно ответил на два вопроса или ответил на три вопроса с небольшими погрешностями или наводящими вопросами.

5. Методика организации текущего контроля

6 семестр

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)			Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3			
1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	1А	*			Письм., контр. работа 1	6.1	15
	2А		*	*	Письм., контр. работы 2 и 3	6.1	15
Практические занятия	1А	*			Работа на занятиях Доп. вопросы Инд. защита отчета по прак.р.	6.1, 6.2	10
	2А		*	*	Работа на занятиях Доп. вопросы Инд. защита отчета по прак.р.	6.1, 6.2	10
	3А	*	*	*	Комп. тестирование	6.1, 6.2	5
Лабораторные занятия	1А	*			Работа на занятиях Инд. защита отчета по л/р Доп. вопросы	4.3, 6.2	10
	2А		*	*	Работа на занятиях Инд. защита отчетов по л/р	4.3, 6.2	10
	3А	*	*	*	Комп. тестирование	4.3, 6.2	5
Самостоятельная работа	1А	*			Задания к темам лекций, лабор. и практич. работам	4.1, 4.3, 6.1	5
	2А		*	*	Задания к темам лекций, лабор. и практич. работам	4.1, 4.3, 6.1	5
Посещение занятий	1А	*			8 неделя	—	5
	2А		*	*	в конце семестра	—	5
Экзамен	В конце семестра	*	*	*	собеседование	6.2	0/20

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)			Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3			
1	2	3	4	5	6	7	8
Всего баллов						100/120	

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А, 3А – 1, 2, 3 контрольная точка (аттестация)

7 семестр

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)			Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3			
1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	1А	*			Письм., контр. работа 1	6.1	15
	2А		*	*	Письм., контр. работы 2 и 3	6.1	15
Практические занятия	1А	*			Работа на занятиях Доп. вопросы Инд. защита отчета по прак.р.	6.1, 6.2	10
	2А		*	*	Работа на занятиях. Доп. вопросы Инд. защита отчета по прак.р.	6.1, 6.2	10
	3А	*	*	*	Комп. тестирование	6.1, 6.2	5
Лабораторные занятия	1А	*			Работа на занятиях. Инд. защита отчета по л/р Доп. вопросы	4.3, 6.2	10
	2А		*	*	Работа на занятиях. Инд. защита отчетов по л/р	4.3, 6.2	10
	3А	*	*	*	Комп. Тестирование.	4.3, 6.2	5
Самостоятельная работа	1А	*			Задания к темам лекций, лабор. и практич. работам	4.1, 4.3, 6.1	5
	2А		*	*	Задания к темам лекций, лабор. и практич. работам	4.1, 4.3, 6.1	5
Посещения	1А	*			8 неделя	—	5

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие конт-ролю (номер из 4.1)			Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3			
1	2	3	4	5	6	7	8
е занятий	2А		*	*	в конце семестра	–	5
Зачет	В конце семестра	*	*	*	собеседование	6.2	0
Всего баллов						100/100	

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А, 3А – 1, 2, 3 контрольная точка (аттестация)