

**Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт (факультет) **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)
Кафедра **Реактивных двигателей и энергетических установок**
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Регистрационный № 1130.2/45

**АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины (модуля)
Тепломассообмен в РДТТ**

Индекс по учебному плану **Б1.В.ДВ.04.02**
Направление подготовки: **24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

Квалификация: **магистр**
Магистерская программа подготовки **«Ракетные двигатели на твердом топливе»**

Вид профессиональной деятельности: научно- исследовательская,
проектно-конструкторская

Разработана доцентом кафедры РДЭУ, к.т.н. А.Н. Сабирзяновым

Казань 2017

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины – формирование комплекса знаний о тепломассообмене в РДТТ, методах расчета теплового состояния элементов конструкции РДТТ и практических навыков, необходимых для решения прикладных задач определения основных параметров тепломассообмена в РДТТ.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основные задачи дисциплины:

- вооружить студентов фундаментальными и прикладными знаниями в области тепломассообмена и тепловой защиты РДТТ;
- привить студентам практические навыки расчета параметров тепломассообмена и тепловой защиты РДТТ;
- подготовить студентов к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 «Тепломассообмен в РДТТ» входит в вариативную часть Блока Б1 дисциплин по выбору.

1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		семестр 3	
	ЗЕ	час.	ЗЕ	час.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	4	144
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>8/9</i>	<i>32</i>	<i>8/9</i>	<i>32</i>
Лекции	4/9	16	4/9	16
Практические занятия	4/9	16	4/9	16
Лабораторные работы				
<i>Самостоятельная работы студентов</i>	<i>28/9</i>	<i>112</i>	<i>28/9</i>	<i>112</i>
Проработка учебного материала	19/9	76	19/9	76
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	1	36
Промежуточная аттестация:			экзамен	

1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
1	2	3	4
<i>ОК-7 – способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры)</i>			
Знать основы эксплуатации современного оборудования и приборов для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Посредственное знание основ эксплуатации современного оборудования для проведения экспериментов по теплообмену.	Знание основ эксплуатации современного оборудования для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Знание основ эксплуатации современного оборудования и приборов для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.
Уметь применять знания для эксплуатации современного оборудования и приборов для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Посредственное умение применять знания основ эксплуатации современного оборудования для проведения экспериментов по теплообмену.	Уметь применять знания для эксплуатации современного оборудования для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Уметь применять знания для эксплуатации современного оборудования и приборов для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.
Владеть навыками эксплуатации современного оборудования и приборов для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Посредственное владение навыками эксплуатации современного оборудования для проведения экспериментов по теплообмену.	Владеть навыками эксплуатации современного оборудования для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Владеть навыками эксплуатации современного оборудования и приборов для проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.
<i>ПК-3 – способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов</i>			
Знать основы планирования эксперимента, методологию разработки и организации проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Посредственное знание методологии разработки и организации проведения экспериментов по теплообмену.	Знание методологии разработки и организации проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ.	Знание основ планирования эксперимента, методологии разработки и организации проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ и комплексных испытаний.
Уметь планировать, разрабатывать методику проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ, организовывать проведение экспериментальных исследований, проводить обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний.	Посредственное умение осуществлять разработку методики проведения экспериментов по теплообмену.	Уметь разрабатывать методику проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ, обрабатывать и анализировать результатов экспериментов и испытаний.	Уметь планировать, разрабатывать методику проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ, организовывать проведение экспериментальных исследований, проводить обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний.
Владеть навыками планирования, разработки методики проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ, организации проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов экспериментов и испытаний.	Посредственное владение навыками разработки методики проведения экспериментов по теплообмену.	Владеть навыками разработки методики проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ, обработки и анализа результатов экспериментов и испытаний.	Владеть навыками планирования, разработки методики проведения экспериментов по теплообмену применительно к условиям в РДТТ, организации проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов экспериментов и испытаний.

1	2	3	4
ПК-4 – способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности			
Знать физико-химические процессы и математические модели при расчете процессов теплообмена в условиях РДТТ.	Посредственное знание физико-химических процессов теплообмена.	Знание основ физико-химических процессов, необходимых для расчета процессов теплообмена в условиях РДТТ.	Знание физико-химических процессов и математических моделей для расчета процессов теплообмена в условиях РДТТ.
Уметь разрабатывать физические и математические модели для расчета процессов теплообмена в условиях РДТТ.	Посредственное умение разработки инженерных методов расчета процессов теплообмена.	Уметь разрабатывать инженерные физические и математические модели для оценки основных параметров теплообмена в условиях РДТТ.	Уметь разрабатывать сопряженные физические и математические модели для расчета процессов теплообмена в условиях РДТТ.
Владеть навыками разработки физических и математических моделей для расчета процессов теплообмена в условиях РДТТ.	Посредственное владение навыками разработки инженерных методов расчета процессов теплообмена.	Владеть навыками разработки физических и математических моделей для инженерной оценки основных параметров теплообмена в условиях РДТТ.	Владеть навыками разработки сопряженных физических и математических моделей для расчета процессов теплообмена в условиях РДТТ.
ПК-9 – способность проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций			
Знать методологию инженерно-технических расчетов и технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании тепловой защиты элементов РДТТ.	Посредственные знания инженерно-технической оценки и оценки технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании тепловой защиты элементов РДТТ.	Знание основ инженерно-технических расчетов и оценки технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании тепловой защиты элементов РДТТ.	Знание методологии инженерно-технических расчетов и технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании тепловой защиты элементов РДТТ.
Уметь применять знания для выполнения инженерно-технических расчетов и технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании тепловой защиты элементов РДТТ.	Уметь применять знания при выполнении инженерно-технической оценки и оценки технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании простейших конструктивных элементов тепловой защиты РДТТ.	Уметь применять знания для выполнения инженерно-технических расчетов и оценки технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании основных видов тепловой защиты РДТТ.	Уметь применять знания для выполнения инженерно-технических расчетов и технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании теплонапряженных элементов РДТТ.
Владеть навыками инженерно-технических расчетов и технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании тепловой защиты элементов РДТТ.	Владеть навыками инженерно-технической оценки и оценки технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании простейших конструктивных элементов тепловой защиты РДТТ.	Владеть навыками выполнения инженерно-технических расчетов и оценки технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании основных видов тепловой защиты РДТТ.	Владеть навыками инженерно-технических расчетов и технико-экономического обоснования принимаемых решений при проектировании теплонапряженных элементов РДТТ.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Конвективный теплообмен в РДТТ							<i>ФОС ТК-1 тесты</i>
Тема 1.1. Конвективный теплообмен в камерах сгорания и соплах	32	6		6	20	ОК- 7.3, ОК- 7.У, ОК- 7.В, ПК- 3.3, ПК- 3.У, ПК- 3.В, ПК- 4.3, ПК- 4.У, ПК- 4.В, ПК- 9.3, ПК- 9.У, ПК- 9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 1.2. Нестационарный теплообмен в РДТТ	24	2		4	18	ОК- 7.3, ОК- 7.У, ОК- 7.В, ПК- 3.3, ПК- 3.У, ПК- 3.В, ПК- 4.3, ПК- 4.У, ПК- 4.В, ПК- 9.3, ПК- 9.У, ПК- 9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе.
Раздел 2. Сложный теплообмен в РДТТ							<i>ФОС ТК-2 тесты</i>
Тема 2.1. Теплообмен на проницаемой поверхности	17	2		2	13	ПК- 3.3, ПК- 3.У, ПК- 3.В, ПК- 4.3, ПК- 4.У, ПК- 4.В, ПК- 9.3, ПК- 9.У, ПК- 9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 2.2. Теплообмен в многофазных потоках	18	3		2	13	ПК- 3.3, ПК- 3.У, ПК- 3.В, ПК- 4.3, ПК- 4.У, ПК- 4.В, ПК- 9.3, ПК- 9.У, ПК- 9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 2.3. Свободная конвекция в РДТТ	8	1		1	6	ПК- 4.3, ПК- 4.У, ПК- 4.В, ПК- 9.3, ПК- 9.У, ПК- 9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 2.4. Радиационный теплообмен в РДТТ	9	2		1	6	ПК- 4.3, ПК- 4.У, ПК- 4.В, ПК- 9.3, ПК- 9.У, ПК- 9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе.
Подготовка к аттестации	36				36		
Экзамен							<i>ФОС ПА - комплексное задание</i>
ИТОГО:	144	16		16	112		

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 4

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	Конвективный теплообмен в РДТТ	ФОС ТК-1	Отчеты по индивидуальным заданиям на практических занятиях (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю) (ФОС ТК-1).
2	Сложный теплообмен в РДТТ	ФОС ТК-2	Отчеты по индивидуальным заданиям на практических занятиях (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-2).

3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины и разработан в виде отдельного документа в соответствии с положением о ФОС ПА.

3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины экзамена проводится в два этапа: **тестирование** и выполнение **письменного задания**.

Первый этап проводится в виде тестирования. **Тестирование** ставит целью оценить **пороговый** уровень освоения обучающимися знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого** уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде **письменного задания**, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и решение задачи.

3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 5

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1. Основная литература

1. Ерохин, Б.Т. Теория и проектирование ракетных двигателей. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 608 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60037>

4.1.2. Дополнительная литература

1. Алемасов, В.Е. Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.П. Тишин; Под ред. В.П. Глушко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 464 с.

2. Абугов, Д.И. Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива. Учебник для машиностроительных вузов / Д.И. Абугов, В.М. Бобылев – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.

3. Губертов, А.М. Газодинамические и теплофизические процессы в ракетных двигателях твердого топлива / А.М. Губертов, В.В. Миронов, Д.М. Борисов и др.; Под ред. А.С. Коротева. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

4. Липанов, А.М. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива: учебник для студентов вузов / А.М. Липанов, А.В. Алиев – М.: Машиностроение, 1995. – 400 с.

5. Шишков, А.А. Рабочие процессы в ракетных двигателях твердого топлива. Справочник / А.А. Шишков, С.Д. Панин, Б.В. Румянцев – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.

4.1.3. Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Глебов Г.А. Течение и теплообмен в соплах внешнего расширения: Учебное пособие / Г.А. Глебов; ред. А.Ф. Дрегалин – Казань: Изд-во КАИ, 1981. – 72с.

2. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Синярев Г. Б., Ватолин Н. А., Трусов Б. Г., Моисеев Г. К. – М.: Наука, 1982. – 263 с.

3. Чернов, Ю.В. Расчет теплозащитного покрытия с внешним уносом массы: метод. указания / Ю.В. Чернов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 39 с.

4. Белов, В.П. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. – 51 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64100>

4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1. Основное информационное обеспечение

1. Электронные ресурсы НТБ КНИТУ-КАИ
<http://library.kai.ru/index.php?inc=elib>

4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение

1. Ягодников, Д.А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения: учеб. пособие. [Электронный ресурс] / Д.А. Ягодников, Н.Я. Ирьянов. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 84 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58406>

2. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник. В 10-ти т. / Под ред. акад. В. П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1971 – 1980 гг.

3. Соколов, Б.И. Газогенераторные твердые топлива / Б.И. Соколов, А.С. Черенков. Под редакцией проф. В.Е. Алемасова. – Казань: КАИ, 1980. – 82 с.

4. Соколов, Б.И. Нитроцеллюлозные твердые ракетные топлива / Б.И. Соколов, А.С. Черенков. Под редакцией проф. В.Е. Алемасова. – Казань: КАИ, 1978. – 76 с.

5. Соколов, Б.И. Смесевые твердые ракетные топлива / Б.И. Соколов, А.С. Черенков. Под редакцией проф. В.Е. Алемасова. – Казань: КАИ, 1981. – 76 с.

6. Термодинамические и теплофизические свойства твердых ракетных топлив и их продуктов сгорания. Пособие для курсового и дипломного проектирования / Б.И. Соколов, А.С. Черенков, А.И. Саломыков. Под редакцией проф. В.Е. Алемасова. – Министерство обороны СССР, 1977. – 318 с.

4.3. Кадровое обеспечение

4.3.1. Базовое образование

Высшее образование в предметной области двигателестроения и/или наличие ученой степени по специальностям 05.07.05, 01.04.14 и/или ученого звания по указанным специальностям.

5. Вносимые изменения и утверждения

5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

5.2 Лист ознакомления

№п/п	ФИО	Должность	Дата	Подпись