

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)

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины (модуля)
«Общая теория авиационных и ракетных двигателей»
Индекс по учебному плану: **Б1.В.11**

Специальность: **24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»**

Квалификация: **инженер**

Специализация №1 "Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок"

Специализация №4 "Проектирование ракетных двигателей твердого топлива"

Специализация №7 "Проектирование систем охлаждения и устройств тепловой защиты авиационных и ракетных двигателей"

Вид профессиональной деятельности: **проектно-конструкторский,**
научно-исследовательский.

Разработана

доцентом кафедры «РДиЭУ» к.т.н.

В.Б. Явкиным

старшим преподавателем кафедры «РДиЭУ»

О.А. Тихоновым

Казань 2017

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

1.1 Цель изучения дисциплины.

Дисциплина «Общая теория авиационных и ракетных двигателей» является одной из профилирующих дисциплин направления подготовки 24.05.02 «Двигатели летательных аппаратов» и составляет важную часть профессиональной подготовки специалистов.

Цель преподавания дисциплины заключается в получении студентами теоретических знаний, необходимых в практической работе специалистов по проектированию авиационных и ракетных двигателей.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ рабочих процессов авиационных двигателей;
- изучение теоретических основ процессов в элементах ВРД;
- изучение законов регулирования и характеристик ВРД;
- изучение теории рабочих процессов ракетных двигателей на жидком топливе(ЖРД);
- изучение инженерных методик для расчета параметров ЖРД;
- изучение характеристик и систем управления ЖРД.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Общая теория авиационных и ракетных двигателей» входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

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

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:	
	в ЗЕ	в час	5	
			в ЗЕ	в час
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	5	180	5	180
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>2</i>	<i>72</i>	<i>2</i>	<i>72</i>
Лекции	1	36	1	36
Лабораторные работы	1	36	1	36
Практические занятия	-	-	-	-
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>2</i>	<i>72</i>	<i>2</i>	<i>72</i>
Проработка учебного материала	2	72	2	72
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>
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
ПК1 – способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования			

<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретических основ рабочих процессов авиационных двигателей; – терминологии и определений ЖРД; – теоретических основ ракетных двигателей на жидком топливе; – прикладных программных средств (Mathcad, Astra 4, Fortran) для автоматизации расчетных задач проектирования элементов и узлов ЖРД. 	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> – термодинамических циклов, параметров, определяющих эффективность, физических процессов, определяющих работу узлов ВРД, законов регулирования, классификации ВРД; – терминологии и определений ЖРД; – основных параметров камеры и двигателя ЖРД, основ рабочих процессов, определяющих работу ЖРД; – назначения прикладных программных средств для расчетных задач проектирования элементов и узлов ЖРД. 	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> – термодинамических циклов параметров, определяющих эффективность, физических процессов, определяющих работу узлов ВРД и их простейших математических моделей, законов регулирования, классификации ВРД, расчета ВСХ и ДрХ; – терминологии и определений ЖРД; – основных параметров камеры и двигателя ЖРД, основ рабочих процессов, определяющих работу ЖРД; – назначения прикладных программных средств для расчетных задач проектирования элементов и узлов ЖРД; – назначения систем управления и регулирования ЖРД; – математических моделей основных рабочих процессов ЖРД. 	<p>Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> – термодинамических циклов параметров, определяющих эффективность, физических процессов, определяющих работу узлов ВРД и их простейших математических моделей, законов регулирования, классификации ВРД, методов построения ЛРР, расчета ВСХ и ДрХ, истории и тенденций развития двиглестроения; – терминологии и определений ЖРД; – основных параметров камеры и двигателя ЖРД, основ рабочих процессов, определяющих работу ЖРД; – назначения прикладных программных средств для расчетных задач проектирования элементов и узлов ЖРД; – назначения систем управления и регулирования ЖРД; – математических моделей основных рабочих процессов ЖРД, агрегатов и узлов ЖРД.
--	---	---	---

<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить термогазодинамические расчеты и обработку результатов стендовых испытаний ВРД; – проводить термодинамический и инженерные расчеты процессов, узлов и агрегатов ЖРД с использованием прикладных программных средств, обработку экспериментальных результатов. 	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить термогазодинамические расчеты одновального ТРД, проводить обработку результатов стендовых испытаний ВРД; – проводить термодинамический расчет в пакете ASTRA 4 процессов ЖРД, расчеты охлаждения камеры сгорания и сопла, смесеобразования, прочностных расчетов узлов и агрегатов ЖРД. 	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить термогазодинамические расчеты одновального ТРД, ТРДФ и ТРДД, проводить обработку результатов стендовых испытаний ВРД, рассчитывать ВСХ и ДрХ; – проводить термодинамический расчет в пакете ASTRA 4 и Mathcad процессов ЖРД, расчеты охлаждения камеры сгорания и сопла, смесеобразования, прочностных расчетов узлов и агрегатов ЖРД; – обработку экспериментальных результатов. 	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить термогазодинамические расчеты одновального ТРД, ТРДФ и ТРДД, проводить обработку результатов стендовых испытаний ВРД, строить ЛПП на характеристике компрессора, рассчитывать ВСХ и ДрХ; – проводить термодинамический расчет в пакете ASTRA 4 и Mathcad процессов ЖРД, расчеты охлаждения камеры сгорания и сопла, смесеобразования, прочностных расчетов узлов и агрегатов ЖРД; – обработку экспериментальных результатов; – дополнительно составить собственную программу для проверки теоретических знаний из теории ЖРД.
<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования базовых методов термогазодинамических расчетов и обработки результатов стендовых испытаний ВРД; – использования методов термодинамического и инженерного расчета процессов, узлов и агрегатов ЖРД с использованием прикладных программных средств, обработки экспериментальных результатов. 	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования базовых методов термогазодинамических расчетов и обработки результатов стендовых испытаний ВРД; – использования методов термодинамического расчета в пакете ASTRA 4 процессов ЖРД; – использования инженерных методов расчета охлаждения камеры сгорания и сопла, смесеобразования, прочностных расчетов узлов и агрегатов ЖРД 	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования базовых методов термогазодинамических расчетов и обработки результатов стендовых испытаний ВРД; – использования методов термодинамического расчета в пакете ASTRA 4 и Mathcad процессов ЖРД; – использования инженерных методов расчета охлаждения камеры сгорания и сопла, смесеобразования, прочностных расчетов узлов и агрегатов ЖРД; – обработки экспериментальных результатов. 	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования базовых методов термогазодинамических расчетов и обработки результатов стендовых испытаний ВРД; – использования методов термодинамического расчета в пакете ASTRA 4 и Mathcad процессов ЖРД; – использования инженерных методов расчета охлаждения камеры сгорания и сопла, смесеобразования, прочностных расчетов узлов и агрегатов ЖРД; – обработки экспериментальных результатов; – составления собственных программ для проверки теоретических знаний из теории ЖРД.
<p>ПК-26 – способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности</p>			

<p>Знание</p> <p>– законов естественнонаучных дисциплин применительно к основам функционирования ВРД и их элементов;</p> <p>– основных физических и математических моделей процессов, систем и узлов ЖРД.</p>	<p>Посредственное знание законов естественнонаучных дисциплин применительно к основам функционирования ВРД и их элементов;</p> <p>– знание основных законов термодинамики применительно к ЖРД;</p> <p>- знание физических и математических моделей камерных процессов в ЖРД, систем охлаждения и смесеобразования.</p>	<p>Знание законов естественнонаучных дисциплин применительно к основам функционирования ВРД и их элементов, основных уравнений, описывающих функционирование ВРД и их элементов;</p> <p>– знание основных законов термодинамики и ее математических моделей применительно к ЖРД;</p> <p>- знание физических и математических моделей камерных процессов в ЖРД, охлаждения и смесеобразования;</p> <p>- знание физических и математических моделей систем и узлов ЖРД (ТНА, системы воспламенения, СОБ, РКС).</p>	<p>Знание в полном объеме законов естественнонаучных дисциплин применительно к основам функционирования ВРД и их элементов, уравнений, описывающих функционирование ВРД и их элементов;</p> <p>– знание основных законов термодинамики и ее математических моделей применительно к ЖРД;</p> <p>- знание физических и математических моделей камерных процессов в ЖРД, систем охлаждения и смесеобразования;</p> <p>- знание физических и математических моделей систем и узлов ЖРД (ТНА, системы воспламенения, СОБ, РКС);</p> <p>- знание физических и математических моделей статических и динамических процессов в ЖРД.</p>
--	--	--	--

<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать законы естественнонаучных дисциплин для построения моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов и расчетов характеристик; - использовать существующие физические и математические модели процессов, систем и узлов ЖРД; - создавать новые математические модели процессов, систем и узлов ЖРД. 	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать законы естественнонаучных дисциплин для построения простейших моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов; – использовать физические и математические модели термодинамики, камерных процессов, систем охлаждения и смесеобразования в ЖРД. 	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать законы естественнонаучных дисциплин для построения моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов и расчетов характеристик (ВСХ и ДрХ); – использовать физические и математические модели термодинамики, камерных процессов, систем охлаждения и смесеобразования в ЖРД; – использовать математические модели систем и узлов ЖРД (ТНА, системы воспламенения, СОБ, РКС). 	<p>Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в полном объеме использовать законы естественнонаучных дисциплин для построения моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов и расчетов характеристик (ВСХ и ДрХ). анализировать взаимосвязи элементов и взаимовлияния в составе двигателя; – использовать физические и математические модели термодинамики, камерных процессов, систем охлаждения и смесеобразования в ЖРД; – использовать математические модели систем и узлов ЖРД (ТНА, системы воспламенения, СОБ, РКС); – создать простую математическую модель расчета процесса, системы или конструктивного элемента ЖРД.
--	---	--	--

<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования законов естественнонаучных дисциплин для построения моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов и расчетов характеристик; – использования существующих физических и математических моделей процессов, систем и узлов ЖРД; - создания новых математических модели процессов, систем и узлов ЖРД. 	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования законов естественнонаучных дисциплин для построения простейших моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов; – использования физических и математических моделей термодинамики, камерных процессов, систем охлаждения и смесеобразования в ЖРД. 	<p>Владение навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования законов естественнонаучных дисциплин для построения моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов и расчетов характеристик (ВСХ и ДрХ); – использования физических и математических моделей термодинамики, камерных процессов, систем охлаждения и смесеобразования в ЖРД; – использования математических моделей систем и узлов ЖРД (ТНА, системы воспламенения, СОБ, РКС). 	<p>Владение в полном объеме навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использования законов естественнонаучных дисциплин для построения моделей ВРД и проведения термогазодинамических расчетов и расчетов характеристик (ВСХ и ДрХ), навыками анализа взаимосвязи элементов и взаимовлияния в составе двигателя; – использования физических и математических моделей термодинамики, камерных процессов, систем охлаждения и смесеобразования в ЖРД; – использования математических моделей систем и узлов ЖРД (ТНА, системы воспламенения, СОБ, РКС); – создания простых математических моделей расчета процесса, системы или конструктивного элемента ЖРД.
--	---	--	---

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.		
Раздел 1. Теория авиационных двигателей							<i>ФОС ТК-1тесты</i>
Тема 1.1. Основные типы авиационных двигателей	3	1		-	2	ПК-1.3, ПК-26.3	Отчет о лабораторной работе
Тема 1.2. Авиационный двигатель как тепловая машина	20	2	14	-	4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Отчет о лабораторной работе
Тема 1.3. Работа воздушно-реактивного двигателя как движителя	3	1		-	2	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У	Отчет о лабораторной работе
Тема 1.4. Удельные параметры, КПД и показатели эффективности	6	2		-	4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Отчет о лабораторной работе
Тема 1.5. Характеристики и регулирование компрессоров и турбин	12	4		-	8	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У	Отчет о лабораторной работе
Тема 1.6. Характеристики входных и выходных устройств и камер сгорания	12	4		-	8	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Отчет о лабораторной работе
Тема 1.7. Законы и программы регулирования и характеристики авиационных ГТД	16	4	4	-	8	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Отчет о лабораторной работе
Раздел 2. Теория ракетных двигателей							<i>ФОС ТК-2тесты</i>
Тема 2.1. Типы ракетных двигателей.	6	2			4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе
Тема 2.2. Основные параметры камеры и двигателя ЖРД.	11	2	5		4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе. Отчет по лаб. работам.

Тема 2.3. Общие сведения о ЖРД.	7	1	4		2	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Отчет по лаб. работам. Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе.
Тема 2.4. Жидкие ракетные топлива.	3	1			2	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе
Тема 2.5. Основы термогазодинамического расчета камеры ЖРД.	6	2			4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе
Тема 2.6. Основы рабочих процессов в камерах сгорания и газогенераторах ЖРД.	6	2			4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе
Тема 2.7. Смесеобразование в ЖРД.	10	2	4		4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе. Отчет по лаб. работам.
Тема 2.8. Течения газа в сопле ЖРД.	6	2			4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе.
Тема 2.9. Тепловая защита стенок камеры сгорания и сопла ЖРД.	11	2	5		4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Отчет по лаб. работам. Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе.
2.10. Статические и динамические характеристики ЖРД.	6	2			4	ПК-1.3, ПК-26.3, ПК-1.У, ПК-26.У, ПК-1.В, ПК-26.В	Текущий контроль. Отчет о самостоятельной работе.
Экзамен	36				36		<i>ФОС-11А комплексное задание</i>
ИТОГО:	180	36	36		108		

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 6

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Теория авиационных двигателей	ФОС ТК-1	Отчеты по лабораторным работам. Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю) (ФОС ТК-1).
2.	Теория ракетных двигателей.	ФОС ТК-2	Отчеты по лабораторным работам. Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-2).

Типовые оценочные средства для текущего контроля ФОС ТК-2:

1. Как можно задать состав одно, двух и многокомпонентного топлива для выполнения термодинамического расчета:

- Химическими формулами и соотношениями компонентов;
- Массовыми долями химических элементов в компонентах топлива и их соотношениями;
- Массовыми долями химических элементов в топливе;
- Условной химической формулой с произвольной молекулярной массой.

Варианты ответов:

1). a,d;

2). b,c;

3). c,d;

*4). Любой способ.

2. Чем определяется степень диссоциации продуктов сгорания топлив ЖРД?

- Уровнем температуры;
- Уровнем давления;
- Родом используемого топлива.

Варианты ответов:

1). a;

2). b;

3). c;

4). a+b;

5). a+b+c

3. И т.п.

Типовые вопросы по самостоятельной работе:

- В чем заключаются преимущества самовоспламеняющихся топлив перед несамовоспламеняющимися?
- В чем заключаются трудности запуска на самовоспламеняющихся топливах в условиях космоса?
- Т.п.

3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

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

Первый этап: типовые тестовые задания к ФОС ПА

br>Какие из четырех выражений определяют мощность ракетного двигателя?

*А. $\frac{m \dot{W}_a^2}{2}$;

Б. $\frac{PJ}{2}$;

В. $\frac{m \dot{W}_a}{2}$;

Д. $C_p K_p$.

br>Какой фактор определяет идеальную скорость ракеты ?

А. Род топлива;

*Б. Удельный импульс;

В. Масса двигателя;

Д. Запас топлива.

Второй этап: вопросы к комплексному заданию к ФОС ПА –

Теоретические навыки:

1. Вывести уравнения зависимости тяги и удельного импульса от расхода идеального двигателя с постоянной площадью выходного сечения сопла и переменной площадью критического сечения, изменяемой так, что при всех расходах, для которых сохраняются критические параметры в узком сечении сопла, давление в выходном сечении равно постоянному давлению окружающей среды.
2. Построить график расходной характеристики ЖРД, полученной при снижении давления в камере от $p_{к\max}$ до величины близкой к нулю. Считать, что при $p_{к\max}$ течение в соплах безотрывное и скорости в выходных сечениях сверхзвуковые.
3. Т.п.

Практические навыки: решение задачи из билета

Примеры типовых задач:

1. Определить давление на срезе сопла, при котором наступает отрыв потока $p_{a\text{отр}}$ при испытании в земных условиях камеры с геометрическими размерами: $d_k = 180 \text{ мм}$, $d_{sp} = 120 \text{ мм}$, $d_a = 600 \text{ мм}$, $k = 1.15$.
2. Оценить среднюю температуру на входе в сопло ЖРД, если теоретическое значение $T_k = 3500 \text{ К}$, $R = 360 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, $k = 1.2$, $d_{sp} = 20 \text{ мм}$, а при испытаниях на стенде получили: $p_k^* = 5 \text{ МПа}$, расход топлива 0.963 кг/с .
3. Т.п.

3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины экзамен 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 7

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. Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: в 2-х кн. : учебник для студ. вузов / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. - М. : Машиностроение. **Кн. 1** : Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ. - 3-е изд., испр. . - 2013. - 336 с. - (Для вузов).
2. Кулагин В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: в 2-х кн. : учебник для студ. вузов / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. - М. : Машиностроение. **Кн. 2** : Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики. - 3-е изд., испр. - 2013. - 280 с. - (Для вузов)

4.1.2 Дополнительная литература

1. Теория воздушно-реактивных двигателей : учеб. для вузов по спец. "Авиац. двигатели" / В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Г. М. Горбунов и др.; под ред. С. М. Шляхтенко. - М. : Машиностроение, 1975. - 568с. (172экз)
2. Нечаев Ю.Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей: в 2-х ч. : учеб. для авиац. спец. вузов / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. - М. : Машиностроение. Ч.1. - 1977. - 312с. (26 экз.)
3. Нечаев Ю.Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей : учебник для студ. вузов / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. - М. : Машиностроение. Ч.2. - 1978. - 336 с.
4. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей : учебник для вузов по спец. "Турбиностроение" / Ю.М. Пчелкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1984. - 280 с (18 экз.)
5. Алемасов, В.Е. Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов втузов / 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.
6. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. Д.А. Ягодникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 488 с.
7. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование: Учебник для авиа- и ракетостроительных специальностей вузов. / А.А. Дорофеев – Изд. 2-е, перераб. и доп – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010 – 463с.
8. Дорофеев А.А. Проектирование и расчет параметров и характеристик камеры ракетного двигателя. Учеб. Пособие. – Изд. 2-е, испр. – М.: Логос, 2004 – 52 с.

9. Егорычев В.С. Конспекты лекций по учебной дисциплине «Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей»: учебное пособие / В.С. Егорычев – Самара: СГАУ, 2011– 142 с.

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>

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области двигателестроения и/или наличие ученой степени по специальностям 05.07.05, 01.02.05, 01.04.14 и/или ученого звания по указанным специальностям.