

**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 Кафедра  
Реактивных двигателей и энергетических установок

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе «Проектирование комбинированных реактивных  
двигателей»

Индекс по учебному плану: Б1.В.02

Направление подготовки: 24.05.02 «Проектирование авиационных и  
ракетных двигателей»

Квалификация: инженер

Специализация: «Проектирование авиационных двигателей и  
энергетических установок», «Проектирование ракетных двигателей  
твердого топлива», «Проектирование систем охлаждения и устройств  
тепловой защиты в авиационных и ракетных двигателях»

Вид(ы) профессиональной деятельности: проектно- конструкторская,  
научно -исследовательская

Разработчик: доцент кафедры «РДЭУ» к.т.н. А.Н. Сабирзянов

Казань 2017 г.

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

### 1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Основная цель изучения дисциплины - формирование у будущих специалистов комплекса знаний, необходимого для инженерного расчета и проектирования комбинированных реактивных двигателей.

### 1.2 Задачи дисциплины (модуля) Основные задачи дисциплины:

- вооружить студентов фундаментальными и прикладными знаниями в области теории, расчета и проектирования комбинированных реактивных двигателей;

- привить студентам практические навыки инженерного расчета основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов;

- подготовить студентов к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1В.02 «Проектирование комбинированных реактивных двигателей» входит в вариативную часть Блока Б1.

### 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	
			8	
	ЗЕ	час.	ЗЕ	час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	2	72	2	72
<b><i>Аудиторные занятия</i></b>	<b>1</b>	<b>36</b>	/	<b>36</b>
Лекции	0,5	18	0,5	18
Практические занятия	0,5	18	0,5	18
Лабораторные работы				
<b><i>Самостоятельная работы студентов</i></b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Проработка учебного материала	1	36	1	36
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации				
Промежуточная аттестация:			зачет	

### 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
7	2	1	4

1	2	3	4
<b>ПК-1 – 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</b>			
<b>Знать</b> теоретические основы и методы расчета комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов.	Посредственное знание теоретических основ и методов расчета основных параметров комбинированных реактивных двигателей.	Знание теоретических основ и методов расчета основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей.	Знание теоретических основ и методов расчета основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей, его основных конструктивных элементов в полном объеме.
<b>Уметь</b> принимать участие в работах по расчету комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов.	Посредственное умение участвовать в работах по расчету основных параметров комбинированных двигателей.	Умение принимать участие в некоторых работах по расчету основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей.	Умение принимать участие в работах по расчету основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей, его основных конструктивных элементов
<b>Владеть</b> навыками расчета комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов.	Посредственное владение навыками расчета основных параметров комбинированных реактивных двигателей.	Владеть некоторыми навыками расчета основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей.	Владеть навыками расчета основных параметров и характеристик комбинированных реактивных двигателей, его основных конструктивных элементов.
<b>ПК-5 – способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений</b>			
<b>Знать</b> физически-химические основы комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов.	Посредственное знание основ работы комбинированных реактивных двигателей.	Знание основ работы комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов	Знание физически-химических основ комбинированных реактивных двигателей и его основных конструктивных элементов
<b>Уметь</b> составить описание принципа действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его основных конструктивных элементов с обоснованием принимаемых технических решений.	Умение описать принцип действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его основных конструктивных элементов.	Умение описать принцип действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его основных конструктивных элементов с обоснованием принимаемых технических решений.	Умение описать принцип действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его конструктивных элементов с обоснованием принимаемых технических решений. дать комплексный анализ.
<b>Владеть</b> навыками описания принципа действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его основных конструктивных элементов с обоснованием принимаемых технических решений.	Владеть навыками описания принципа действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его основных конструктивных элементов.	Владеть навыками описания принципа действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его основных конструктивных элементов с обоснованием принимаемых технических решений.	Владеть навыками описания принципа действия комбинированных реактивных двигателей различных схем и его конструктивных элементов с обоснованием принимаемых технических решений, комплексного анализа данного вопроса.

## 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
<b>Раздел 1. Общие сведения о ПВРД</b>							<i>ФОС ТК-1 тесты</i>
Тема 1.1. Введение. Классификация комбинированных двигателей.	3	1			2	ПК-5.3	Собеседование
Тема 1.2. Основные конструктивные элементы. Эффективность идеального и действительного циклов ПВРД	10	3		2	5	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 1.3. Компоновочные схемы ЛА с ПВРД	3	1			2	ПК-5.3	Собеседование
Тема 1.4. Рабочие параметры ПВРД	16	2		7	7	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 1.5. Взаимодействие камеры сгорания со сверхзвуковым диффузором	4	1		1	2	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе.
<b>Раздел 2. Режимы работы и характеристики ПВРД</b>							<i>ФОС ТК-2 тесты</i>
Тема 2.1. Режимы работы ПВРД	8	2		2	4	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 2.2. Характеристики ПВРД	8	2		2	4	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 2.3. Топливные составы	4	2			2	ПК-5.3	Собеседование
Тема 2.4. Камера сгорания ПВРД на жидком топливе	8	2		2	4	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 2.5. Камера сгорания ПВРД на твердом топливе	8	2		2	4	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о сам-ной работе.
<b>зачет</b>							<i>ФОС ПА - комплексное задание</i>
<b>ИТОГО:</b>	72	18		18	36		

### 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.	Общие сведения о ПВРД	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.	Режимы работы и характеристики ПВРД	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, 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 зачет 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	Зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено

Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Незачтено
--	-------	-----------

## **РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **4.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе: учеб. / [Б.В. Обносков и др.]; под общ. ред. В.А. Сорокина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 303 с.

2. Сорокин, В.А. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдых и пастообразных топливах. [Электронный ресурс] / В.А. Сорокин, Л.С. Яновский, В.А. Козлов, Е.В. Суриков. – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2010. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/49100>

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

1. Мазинг, Г.Ю. Теория прямоточного воздушного реактивного двигателя Часть 1. [Электронный ресурс] / Г.Ю. Мазинг, И.Е. Никитина. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 68 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52281>

2. Интегральные прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердом топливе (Основы теории и расчета) / В.Н. Александров, В.М. Быцкевич, В.К. Верховоломов и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 303 с.

3. Зуев, В.С. Теория прямоточных и ракетно-прямоточных двигателей / В.С. Зуев, В.С. Макарон – М.: Машиностроение, 1971. – 368 с.

4. Основы проектирования ракетно-прямоточных двигателей для беспилотных летательных аппаратов/ Б.В. Орлов, Г.Ю. Мазинг, А.Л. Рейдель, М.Н. Степанов, Ю.И. Топчеев; Под ред. Б.В. Орлова – М.: Машиностроение, 1967. – 424 с.

### **4.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

1. Сабирзянов А.Н. «Проектирование комбинированных реактивных двигателей» [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации №4 «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива» ФГОС 3 (1 фак. – РДЭУ)/КНИТУ-КАИ, Казань, 2017. – Доступ по логину и паролю. URL:

<https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content id= 244588 1&course id= 13316 1>

2. 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>