

**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 № 1130.2/57

**АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
дисциплины (модуля)
ГИБРИДНЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

Индекс по учебному плану **Б1.В.ДВ.10.02**

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 и практических навыков, необходимых для инженерного расчета и проектирования гибридных ракетных двигателей.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основные задачи дисциплины:

- вооружить студентов фундаментальными и прикладными знаниями в области теории, расчета и проектирования гибридных ракетных двигателей;
- привить студентам практические навыки инженерного расчета основных параметров и характеристик гибридных ракетных 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 Б1.В.ДВ.10.02 «Гибридные двигатели» 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	
			4	
	ЗЕ	час.	ЗЕ	час.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	3	108
<i>Аудиторные занятия</i>	1	36	1	36
Лекции	2/3	24	2/3	24
Практические занятия	1/3	12	1/3	12
Лабораторные работы				
<i>Самостоятельная работы студентов</i>	2	72	2	72
Проработка учебного материала	1	36	1	36
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
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>ПК-4 – способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности</i>			
Знать физико-химические процессы, протекающие в гибридных ракетных двигателях, основополагающие закономерности и методологию выбора основных параметров.	Посредственное знание физико-химических процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, основных параметров.	Знание основ физико-химических процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, основополагающих закономерностей выбора основных параметров.	Знание физико-химических процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, основополагающих закономерностей и методологию выбора основных параметров.
Уметь разрабатывать физико-химические модели для описания рабочих процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, определения основных параметров.	Посредственное умение разработки физико-химические моделей для определения основных параметров гибридных ракетных двигателей.	Уметь разрабатывать физико-химические модели для определения основных параметров гибридных ракетных двигателей.	Уметь разрабатывать физико-химические модели для описания рабочих процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, определения основных параметров.
Владеть навыками разработки физико-химических моделей для описания рабочих процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, определения основных параметров.	Посредственное владение навыками разработки физико-химические моделей для определения основных параметров гибридных ракетных двигателей.	Владеть навыками разработки физико-химические модели для определения основных параметров гибридных ракетных двигателей.	Владеть навыками разработки физико-химических моделей для описания рабочих процессов, протекающих в гибридных ракетных двигателях, определения основных параметров.
<i>ПК-5 – способность осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений</i>			
Знать закономерности изменения рабочих процессов гибридных ракетных двигателей для разработки проектных решений.	Посредственное знание рабочих процессов в гибридных ракетных двигателях.	Знание основных закономерностей изменения рабочих процессов гибридных ракетных двигателей для разработки проектных решений.	Знание закономерностей изменения рабочих процессов гибридных ракетных двигателей для разработки проектных решений.
Уметь осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений в процессе проектирования гибридных ракетных двигателей.	Посредственное умение осуществлять подготовку заданий на разработку простейших проектных решений в процессе проектирования гибридных ракетных двигателей.	Уметь осуществлять подготовку заданий на разработку простейших проектных решений в процессе проектирования гибридных ракетных двигателей.	Уметь осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений в процессе проектирования гибридных ракетных двигателей.
Владеть навыками подготовки заданий на разработку проектных решений в процессе проектирования гибридных ракетных двигателей.	Посредственное владение навыками подготовки заданий на разработку простейших проектных решений при проектировании гибридных ракетных двигателей.	Владеть навыками подготовки заданий на разработку простейших проектных решений при проектировании гибридных ракетных двигателей.	Владеть навыками подготовки заданий на разработку проектных решений в процессе проектирования гибридных ракетных двигателей.

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.		
<i>Раздел 1. Общие сведения о гибридных ракетных двигателях</i>							<i>ФОС ТК-1 тесты</i>
Тема 1.1. Общие сведения о гибридных ракетных двигателях	4	2			2	ПК-5.3	Текущий контроль.
Тема 1.2. Топлива гибридных ракетных двигателей	6	2		2	2	ПК-4.3, ПК-4.У, ПК-4.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль.
Тема 1.3. Особенности устройств камер сгорания и систем подачи жидкого компонента топлива в ГРД	14	4		2	8	ПК-4.3, ПК-4.У, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В, ПК-8.3, ПК-8.У, ПК-8.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о выполнении самостоятельной работы.
<i>Раздел 2. Расчет характеристик рабочих процессов и проектных параметров ГРД</i>							<i>ФОС ТК-2 тесты</i>
Тема 2.1. Теплообмен в камере сгорания ГРД	8	2		2	4	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. Гетерогенное горение в ГРД	6	2			4	ПК-4.3	Текущий контроль.
Тема 2.3. Выбор основных параметров	10	4		2	4	ПК-4.3, ПК-4.У, ПК-4.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В, ПК-8.3, ПК-8.У, ПК-8.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о выполнении самостоятельной работы.
<i>Раздел 3. Статические характеристики ГРД и регулирование ГРД</i>							<i>ФОС ТК-3 тесты</i>
Тема 3.1. Статические характеристики ГРД	12	4		2	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 3.2. Регулирование ГРД	12	4		2	6	ПК-4.3, ПК-4.У, ПК-4.В, ПК-5.3, ПК-5.У, ПК-5.В, ПК-8.3, ПК-8.У, ПК-8.В, ПК-9.3, ПК-9.У, ПК-9.В	Выполнение расчетных заданий. Текущий контроль. Отчет о выполнении самостоятельной работы.
Подготовка к аттестации	36				36		
Экзамен							<i>ФОС ПА - комплексное задание</i>
ИТОГО:	108	24		12	72		

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 гибридных ракетных двигателях	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	Расчет характеристик рабочих процессов и проектных параметров ГРД	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	Статические характеристики ГРД и регулирование ГРД	ФОС ТК-3	Отчеты по индивидуальным заданиям на практических занятиях (таблица 3). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Тест текущего контроля дисциплины по третьему разделу (модулю) (ФОС ТК-3).

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
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично

1	2	3
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. Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе: учеб. / [Б.В. Обносов 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>

3. 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. Вашурин, В.О. Энергетические характеристики твердых и гибридных топлив и определение основных параметров ракетных двигателей. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.О. Вашурин, Б.Б. Петрикевич, Д.А. Чумаев. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 36 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52299>

4.1.2. Дополнительная литература

1. 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.

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. Алемасов, В.Е. Теория ракетных двигателей: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / В.Е. Алемасов, А.Ф. Дрегалин, А.П. Тишин; Под ред. В.П. Глушко. – М.: Машиностроение, 1980. – 533 с.

4. Волков, Е.Б. Ракетные двигатели на комбинированном топливе / Е.Б. Волков, Г.Ю. Мазинг, Ю.Н. Шишкин. – М.: Машиностроение, 1973. – 184 с.

5. 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.

6. Тимнат, И. Ракетные двигатели на химическом топливе: пер. с англ. В.А. Вебера и С.М. Фролова. – М.: Мир, 1990. – 294 с.

7. 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, 2016. – 461 с.

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

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

2. Проектирование двигателей летательных аппаратов. Учебное пособие / В.М. Ермолаев, Ю.Н. Абрамов, Т.М. Магсумов и др. – Казань: КАИ, 1972. – 206 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>

2. Шулев, И.С. Особенности использования центробежных двухступенчатых форсунок в конструкции гибридных ракетных двигателей глубокого регулирования тяги. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2015. – № 1. – С. 5-16.

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 ред. 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, 01.02.05 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