

Министерство образования и науки РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и ИКТ



С.А. Матвеев

2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Процесс горения химических ракетных топлив и методы его исследования

*(наименование дисциплины)*

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

**24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника**

*(указывается код и наименование направления подготовки)*

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

**05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов**

*(указывается наименование направленности)*

КВАЛИФИКАЦИЯ: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: **зачет**

Санкт-Петербург – 2018

## 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины - дать аспиранту знания, позволяющие с современных научных позиций рассмотреть подходы к описанию одного из наиболее важных процессов при функционировании ракетного двигателя - процесса горения топлива. Полученные знания призваны способствовать повышению уровня фундаментальной подготовки аспиранта и успешному завершению работы над диссертацией.

Основная задача дисциплины – привитие навыков в разработке описания сложных физико-химических процессов.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

- владение методологией теоретических и экспериментальных в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности экспериментальных в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом соблюдения авторских прав (ОПК-3).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области ракетно-космической техники и технологии (ПК-1);
- способностью и готовностью с помощью компьютерной техники планировать и проводить научные эксперименты, обрабатывать, анализировать и оценивать результаты исследований, способностью с помощью компьютерной техники обрабатывать, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ПК-2);
- способностью и готовностью разрабатывать математические модели, описывающие процессы, происходящие в разрабатываемых ракетно-космических комплексах, выбирать методы их решений и анализировать полученные результаты (ПК-5);
- способностью и готовностью применить на практике алгоритмические языки, уметь разрабатывать и отлаживать программы (ПК-6).

В результате освоения дисциплины (модуля) студенты будут

**знать:**

- теоретические основы равновесной и неравновесной термодинамики;
- методы экспериментального исследования процесса горения;
- современные приемы создания математических моделей.

**уметь:**

- использовать расчетные методы для определения характеристик продуктов сгорания;
- разрабатывать модели различного уровня явлений, составляющих процесс горения.

**владеть:**

- навыками создания и использования программных средств для изучения процесса горения химического топлива;
- навыками разработки методик экспериментального исследования процесса горения.

**приобретут опыт деятельности:**

- по изучению процесса горения;
- по обобщению экспериментального материала о различных проявлениях процесса горения.

### 3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостоятельной работы
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Общая характеристика процесса горения и его влияние на качество ракетного двигателя	4	2	-				2	2
2	Аппарат равновесной термодинамики как инструмент определения характеристик продуктов сгорания топлива	13	6	2				3	3
3	Основные положения неравновесной термодинамики	11	4	2				3	3
4	Информационное обеспечение моделирования процесса горения	24	8	4				6	6
5	Принципы создания формальных математических моделей	14	4	4				4	4
6	Разработка математических моделей, базирующихся на использовании фундаментальных законов сохранения	23	10	5				3	3
	Итого:	72	34	17				21	21

*Примечание:* ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;



№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов	Литература
2	1	Расчет параметров состава продуктов сгорания произвольного топлива	2	[4] , [9]
3	2	Анализ использования линейных законов переноса	2	[10]
4	3	Разработка методики экспериментального определения полноты сгорания ракетного топлива	2	[2], [13]
4	4	Разработка методики экспериментального определения параметров состава ракетного топлива	2	[11] , [12]
5	5	Создание формальной модели скорости горения топлива	2	[14], [16]
5	6	Разработка алгоритма использования метода самоорганизации	2	[16]
6	7	Анализ модели горения твердого топлива	2	[2]
6	8	Анализ модели горения капли горючего	3	[8]
		Итого:	17	

Программой дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены

### 3.4 Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 6

Таблица 6

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
4	НПЗ Разработка методики экспериментального определения полноты сгорания ракетного топлива	2
4	НПЗ Разработка методики экспериментального определения параметров состава ракетного	2
6	НПЗ Анализ модели горения твердого топлива	2
6	НПЗ Анализ модели горения капли горючего	3
	Итого:	

## 6. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением инновационных технологий: лекции-консультации, лекции-дискуссии.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

- информационно-справочная система БГТУ «Военмех»;
- программные средства, разработанные на кафедре «Космические аппараты и двигатели»
- программные средства: Mathcad, SolidWorks, КОМПАС.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
1	Ассовский И.Г.	Физика горения и внутренняя баллистика: учебное пособие для вузов	Наука	2005
2	Под редакцией Милехина Ю.М., Липанова А.М.	Внутренняя баллистика РДТТ	Машиностроение	2007
3	Бабук В.А.	Параметры продуктов сгорания в камере и на срезе сопла ракетного двигателя: методические указания к лабораторной работе	БГТУ «Военмех»	2007
4	Бабук В.А.	Измерение температуры оптическими методами [Электронный ресурс]: методическое руководство по курсу "Физические основы получения информации"	БГТУ «Военмех»	2007
5	Бабук В.А.	Измерение температуры с помощью термопар [Электронный ресурс]: методическое руководство по курсу "Физические основы получения информации"	БГТУ «Военмех»	2007
6	Н. Г. Рогов, М. А. Ищенко	Смесевые ракетные твёрдые топлива. Компоненты. Требования. Свойства: учебное пособие для вузов	СПбГТИ (ТУ)	2005
7	Н. Г. Рогов, Ю. А. Груздев	Физико-химические свойства порохов и твёрдых ракетных топлив: учебное пособие для вузов	СПбГТИ (ТУ)	2005



## СПРАВКА

### о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: "Процесс горения химических ракетных топлив и методы его исследования"

2. Кафедра: А8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», А3 "«Космических аппаратов и двигателей»"

---

#### 3. Перечень основной учебной литературы:

1. Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика: учебное пособие для вузов, Наука, 2005;
2. Под редакцией Милехина Ю.М., Липанова А.М. Внутренняя баллистика РДТТ, Машиностроение, 2007;
3. Бабук В.А. Параметры продуктов сгорания в камере и на срезе сопла ракетного двигателя: методические указания к лабораторной работе, БГТУ «Военмех», 2007;
4. Бабук В.А. Измерение температуры оптическими методами [Электронный ресурс]: методическое руководство по курсу "Физические основы получения информации", БГТУ «Военмех», 2007;
5. Бабук В.А. Измерение температуры с помощью термопар [Электронный ресурс]: методическое руководство по курсу "Физические основы получения информации", БГТУ «Военмех», 2007;
6. Н. Г. Рогов, М. А. Ищенко Смесевые ракетные твёрдые топлива. Компоненты. Требования. Свойства :учебное пособие для вузов, СПбГТИ (ТУ), 2005;
7. Н. Г. Рогов, Ю. А. Груздев, Физико-химические свойства порохов и твёрдых ракетных топлив : учебное пособие для вузов, СПбГТИ (ТУ), 2005.

#### 4. Перечень дополнительной литературы:

1. Зверев И.Н., Смирнов Н.Н. Газодинамика горения, МГУ, 1987;
2. Алемасов В. Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках: Учебное пособие для вузов, Химия, 2000;
3. Мелик-Гайказян И.В., Мелик-Гайказян М.В., Тарасенко В.Ф., Методология моделирования нелинейной динамики сложных систем, Физмаилит, 2001;
4. Шумиловский Н.Н., Страховский Р.И. Масс-спектральные методы, Энергия, 1966;
5. Л.Н. Блох Теплообмен излучением, Энергоатомиздат, 1991;
6. Линевег Ф. Измерение температур в технике, Металлургия, 1980;
7. Бахман Н.Н., Беляев А.Ф. Горение гетерогенных конденсированных систем, Наука, 1977;
8. Мальцев В. М., Мальцев М. И., Кашпоров Л. Я. Основные характеристики горения, Химия, 1977;
9. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным, Радио-связь, 1986.

Директор библиотеки



(Сесина Н.В.)