

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	102	68	0	34	42	0	0	42	экз.
4	8	3	108	34	0	0	34	74	36	0	38	зач.
ВСЕГО		7	252	136	68	0	68	116	36	0	80	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Савченко Григорий Борисович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**

**Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 — Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы

ПК-6 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1**

*знания:*

Особенности разработки проектной и рабочей документации на РДТТ и его составные части;

*умения:*

Разрабатывать КД на РДТТ и его составные части;

*навыки:*

Разработки КД на основные элементы конструкции РДТТ.

### **ПК-6**

*знания:*

Особенности конструкции РДТТ и его составных частей в зависимости от назначения и условий эксплуатации ДУ. Направления модернизации ДУ;

*умения:*

Разработка эскизного проекта РДТТ и его узлов;

*навыки:*

Разработки основных конструктивных элементов РДТТ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАСЧЁТ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДУ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ, ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-4 — Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов
- ПК-5 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов
- ПК-6 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1	ПК-6
4	7	<b>Раздел 1. Введение.</b> Область применения РДТТ. Преимущества и недостатки. Особенности проектирования и конструирования РДТТ различного назначения.	9	4	4	0	5	10	10
4	7	<b>Раздел 2. Проектирование зарядов твердого топлива.</b> Порядок проектирования ЗТТ. Конструктивные особенности основных схем зарядов. Особенности технологии производства ЗТТ.	30	25	20	5	5	10	10
4	7	<b>Раздел 3. Проектирование воспламенительных устройств.</b> Воспламенитель. Пиропатроны.	30	25	20	5	5	10	10
4	7	<b>Раздел 4. Проектирование корпусов РДТТ.</b> Конструкционные материалы. Теплозащитные покрытия. Проектирование соединительных устройств. Порядок проведения расчета на прочность.	36	30	24	6	6	10	10
4	7	<b>Раздел 5. Проектирование устройств отсечки тяги и аварийного выключения РДТТ.</b> Способы реализации отсечки тяги и аварийного выключения РДТТ. Конструкция узлов. Пиросредства.	12	6	0	6	6	10	10
4	7	<b>Раздел 6. Проектирование сопловых блоков и органов управления.</b> Конструкционные материалы сопла. Проектирование исполнительных органов управления вектором тяги РДТТ. Проектирование различных типов сопл.	15	6	0	6	9	15	15
4	7	<b>Раздел 7. Организация работ по созданию РДТТ.</b> Этапы работ, определяющие порядок проектирования РДТТ. Состав и требования, предъявляемые к проектной и конструкторской документации.	12	6	0	6	6	15	15
<b>Всего за 7 семестр</b>			144	102	68	34	42	80	80
4	8	<b>Раздел 8. Разработка конструкции зарядов твердого топлива и системы воспламенения.</b> Разработка конструкции зарядов твердого топлива различной формы и воспламенительных устройств.	44	14	0	14	30	10	10
4	8	<b>Раздел 9. Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления.</b> Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления направления вектора тяги.	64	20	0	20	44	10	10
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	34	0	34	74	20	20
<b>Всего по дисциплине</b>			252	136	68	68	116	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Проектирование зарядов твердого топлива.	Проектирования ЗТТ	5
2	Раздел 3. Проектирование воспламенительных устройств.	Проектирование воспламенительного устройства	5
3	Раздел 4. Проектирование корпусов РДТТ.	Проектирование корпуса РДТТ	6
4	Раздел 5. Проектирование устройств отсечки тяги и аварийного выключения РДТТ.	Проектирование устройств отсечки тяги	6
5	Раздел 6. Проектирование сопловых блоков и органов управления.	Проектирование исполнительных органов управления вектором тяги РДТТ.	3
6		Проектирование различных типов сопл.	3
7	Раздел 7. Организация работ по созданию РДТТ.	Состав и требования, предъявляемые к проектной и конструкторской документации.	6
<b>Всего за 7 семестр</b>			34
8	Раздел 8. Разработка конструкции зарядов твердого топлива и системы воспламенения.	Разработка конструкции зарядов твердого топлива различной формы и воспламенительных устройств.	14
9	Раздел 9. Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления.	Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления направления вектора тяги.	20
<b>Всего за 8 семестр</b>			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение дополнительной литературы по теме лекции	5

2	Раздел 2. Проектирование зарядов твердого топлива.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	5
3	Раздел 3. Проектирование воспламенительных устройств.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	5
4	Раздел 4. Проектирование корпусов РДТТ.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	6
5	Раздел 5. Проектирование устройств отсечки тяги и аварийного выключения РДТТ.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	6
6	Раздел 6. Проектирование сопловых блоков и органов управления.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	9
7	Раздел 7. Организация работ по созданию РДТТ.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	6
<b>Всего за 7 семестр</b>			42
8	Раздел 8. Разработка конструкции зарядов твердого топлива и системы воспламенения.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	30
9	Раздел 9. Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления.	Проработка теоретического материала по теме ПЗ	44
<b>Всего за 8 семестр</b>			74

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Выбор и обоснование конструктивно-компоновочной схемы РДТТ, выбор топлива	1 - 2	4
Этап 2. Расчет основных параметров, построение диаграммы изменения давления в камере РДТТ в период его работы.	2 - 3	5
Этап 3. Разработка конструкции ЗТТ и ВУ. Расчет на прочность.	3 - 7	10
Этап 4. Разработка конструкции корпуса РДТТ и сопловой части. Расчет на прочность.	7 - 10	10
Этап 5. Разработка органов управления. Выполнение графической части.	10 - 13	7
<b>Всего за 8 семестр</b>		36

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					Тест, ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ, КП	ДР		ИПЗ		Тест, ИПЗ	Отч. по ПЗ, КП	ДР	Тест, Вопр. Экз, Вопр. Зач
8						ДР				ДР						ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- КП – курсовой проект;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- курсовой проект;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 44 экз.
2. Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
4. В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
5. В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/book/239663> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы;

ПК-6 Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами проектирования и конструирования ДУ на твердом топливе.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- курсовой проект;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**116 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 116 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение.</b>		
Изучение дополнительной литературы по теме лекции	. Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (-)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Проектирование зарядов твердого топлива.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твердого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3)	5
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Проектирование воспламенительных устройств.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твердом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Проектирование корпусов РДТТ.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твердом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	6
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Проектирование устройств отсечки тяги и аварийного выключения РДТТ.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (22)	6
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Проектирование сопловых блоков и органов управления.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твердом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	9
Итого по разделу 6		9
<b>Раздел 7. Организация работ по созданию РДТТ.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (22)	6
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Разработка конструкции зарядов твердого топлива и системы воспламенения.</b>		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (15.1-15.6) В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твердом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	30
Итого по разделу 8		30

Раздел 9. Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления.		
Проработка теоретического материала по теме ПЗ	В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (-)	44
Итого по разделу 9		44

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- курсовой проект;
- вопросы к зачету;
- экзамен;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Тест

Тестирование содержит 20 вопросов и считается сданным при наличии не менее 80% правильных ответов.

#### Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практическое задание предназначено для проверки усвоения знаний и навыков, полученных на аудиторном практикуме. Темы ИПЗ содержатся в УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по ПЗ представляет компиляцию результатов выполнения индивидуальных практических заданий, выполняемых в течение семестра.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 и представлен преподавателю либо на материальном носителе, либо загружен в соответствующий раздел ЭИОС.

Отчет считается выполненным при отсутствии грубых ошибок во всех выполненных заданиях.

#### Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену охватывают весь курс и представлены в УМК дисциплины. Экзаменационные билеты утверждаются на заседании кафедры А8 перед началом сессии.

#### Курсовой проект

Курсовой проект представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ» БГТУ. СМК-П-4.2-12» от 24 ноября 2015 г.

Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. При ответе на вопросы оценивается полнота и правильность ответов.

Оценка «удовлетворительно»: степень полноты ответа 40-60% по каждому вопросу.

Оценка «хорошо»: степень полноты ответа 60-80% по каждому вопросу.

Оценка «отлично»: степень полноты ответа более 80% по каждому вопросу.

Основаниями для снижения оценки за курсовой проект могут служить:

- небрежное выполнение,
  - низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
  - незначительные ошибки, при ответах на теоретические вопросы.
- Курсовой проект не может быть принят и подлежит переработке в случае:
- несоответствия заданию на курсовое проектирование;
  - отсутствия необходимых разделов;
  - отсутствия необходимого графического материала;
  - некорректной обработки результатов вычислений;
  - оформления не соответствующего требованиям.

#### Вопросы к зачету

Вопросы к зачету охватывают весь курс и представлены в УМК дисциплины

### **Экзамен**

Экзамен проходит в форме ответов на 2 теоретических вопроса по билету. Экзамен считается сданным на оценку:

"неудовлетворительно" - отсутствие ответа, или ответ с полнотой менее 30% на один вопрос билета, вне зависимости от полноты и правильности ответа на другой вопрос.

"удовлетворительно" - не менее 80% полноты и правильности по одному вопросу и 30-60% полноты и правильности по другому вопросу билета.

«хорошо» - 50-80% полноты правильности и ответов на каждый вопрос билета;

«отлично» - не менее 80% полноты и правильности ответов на каждый вопрос билета, и дополнительные вопросы из списка.

### **Зачет**

К зачету допускаются студенты успешно защитившие курсовой проект.

Зачет проходит в форме ответов на 2 теоретических вопроса по билету.

"Зачтено" выставляется при - не менее 80% полноты правильности ответов на каждый вопрос.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1	ПК-6	
4	7	Раздел 1. Введение.	9	4	4	0	5	10	10	Тест
4	7	Раздел 2. Проектирование зарядов твердого топлива.	30	25	20	5	5	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 3. Проектирование воспламенительных устройств.	30	25	20	5	5	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 4. Проектирование корпусов РДТТ.	36	30	24	6	6	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 5. Проектирование устройств отсечки тяги и аварийного выключения РДТТ.	12	6	0	6	6	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 6. Проектирование сопловых блоков и органов управления.	15	6	0	6	9	15	15	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 7. Организация работ по созданию РДТТ.	12	6	0	6	6	15	15	Тест, Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			144	102	68	34	42	80	80	
4	8	Раздел 8. Разработка конструкции зарядов твердого топлива и системы воспламенения.	44	14	0	14	30	10	10	Курсовой проект
4	8	Раздел 9. Конструирование корпусов РДТТ, сопловых блоков и органов управления.	64	20	0	20	44	10	10	Курсовой проект, Вопросы к зачету, Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			108	34	0	34	74	20	20	
Всего по дисциплине			252	136	68	68	116	100	100	



**Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**

**ПК-1 - Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

В какой последовательности происходит преобразование при горении двухосновного ТТ?

1. плавление и разложение твердой фазы;
2. газификации, разложение
3. переход из твердой фазы в жидкую и парогазовую.
4. образуются активные продукты без выделения тепла
5. экзотермические реакции
6. перемешивание, установление равновесного состава

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выбрать утверждения, справедливые для смесового топлива.

1. Увеличение дисперсности металлического порошка в ТРТ приводит к уменьшению удельного импульса
2. Металлизация ТРТ приводит к увеличению R газовой фазы продуктов сгорания
3. Металлизация ТРТ приводит к росту температуры продуктов сгорания
4. Металлизация ТРТ приводит к увеличению скорости горения
5. Металлизация ТРТ приводит к увеличению удельного импульса преимущественно за счет роста температуры продуктов сгорания

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Комбинированная схема ракетно-прямоточного двигателя (РПД) это?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какой тип твердотопливного двигателя использует воздух в качестве окислителя, и что это дает?

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте:

1. Снижение стоимости благодаря снижению трудозатрат на изготовление, сборку и испытания.

А. Эксплуатационная технологичность двигателя

2. Минимальные трудозатраты на обслуживание двигателя в эксплуатации от монтажа на самолет, выполнения всех видов ремонтных и профилактических работ и до съема с самолета.

Б. Производственная технологичность двигателя

3. Способность двигателя продолжать работу для обеспечения выполнения задания ЛА в случае получения наиболее

В. Ресурс двигателя

вероятных  
повреждений.

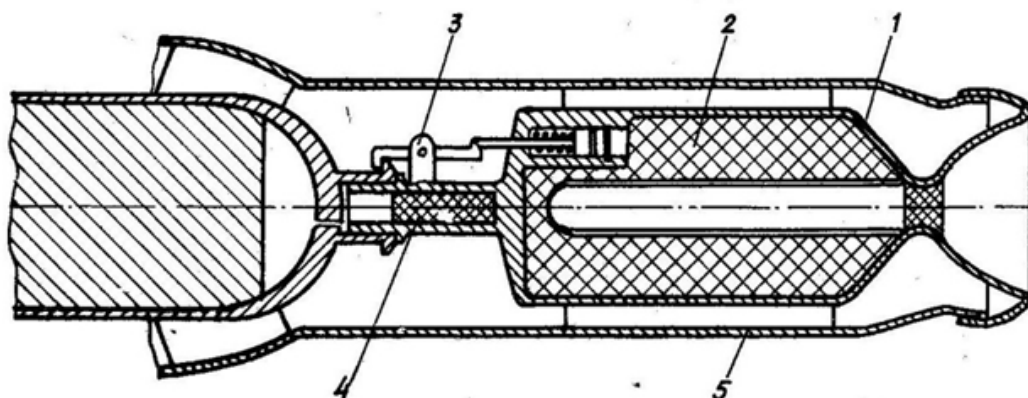
4. Нарботка с  
установленными  
основными  
данными, при  
которых  
обеспечивается  
заданный уровень  
надежности.

Г. Живучесть двигателя

Д. Экологичность двигателя

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

На представленной схеме ракеты с КРПД сопоставьте элементы конструкции с их номерами:



А – вышибной заряд

Б – заряд твердого топлива

В – стартовый РДТТ

Г – камера смешения

Д – узел разделения ускорителя

Е - СУВТ

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установить последовательность факторов, влияющих на сопловые потери, в порядке возрастания

1. Нагрузочные деформации
2. Выгорание теплозащитного покрытия сопла
3. Низкая дисперсность двухфазного потока рабочего тела
4. Геометрические отклонения при изготовлении
5. Неравномерность поля скоростей в критическом сечении
6. Высокая дисперсность двухфазного потока рабочего тела

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выбрать все условия, при которых можно пренебрегать влиянием начальной температуры ЗТТ на время воспламенения

1. Малая начальная температура заряда
2. Большая начальная температура заряда
3. Интенсивный теплоподвод
4. Низкое начальное давление

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В состав гетерогенного топлива горючее вводится в пределах:

1. 5-10%

2. 10-15%
3. 15-30%
4. 30-50%

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прямоточные двигатели могут применяться до высоты:

1. 10 км
2. 20 км
3. 40 км
4. 50 км

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Экспериментальный образец – это изделие, обладающее основными признаками намечаемой к разработке продукции, изготовленное для проверки и обоснования основных технических решений, параметров и характеристик продукции.

Экспериментальный образец всегда и представляет собой законченное в функциональном отношении изделие, пригодное для исследовательских испытаний и выполняется в масштабе:

1. 1:4
2. 1:2
3. 1:1
4. 2:1

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Установить утверждения, справедливые для нулевых потерь.

1. Взаимовлияние с двухфазными потерями проявляется только в соплах с УВТ "вдувом" газа.
2. Наиболее велики у сопел со сферическим дефлектором
3. Наиболее велики у сопел УВТ с газовыми рулями
4. Практически отсутствуют у сопел со сферическим дефлектором
5. Для сопел с разрезным соплом могут достигать 5%
6. Для сопел с разрезным соплом могут достигать 0,5%
7. Практически отсутствуют у сопел с газовыми рулями

**ПК-6 - Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что такое технический проект?

1. Документ, описывающий технические характеристики изделия
2. План производственного процесса
3. Документ, содержащий техническое описание объекта и требования к его созданию
4. Схема расположения оборудования на производстве

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какие основные требования предъявляются к текстовому описанию изделия в ЕСКД?

1. Полное и точное описание изделия
2. Описание только главных характеристик изделия
3. Полное и точное описание изделия, включая его назначение, конструкцию, материалы и технические характеристики
4. Описание только назначения и конструкции изделия

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какие данные обычно содержит конструкторская часть технического проекта?

1. Чертежи, схемы, спецификации
2. Технологические операции и инструкции
3. Технические требования и нормативы
4. Планы закупок и поставок

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие разделы обычно включает технический проект?

1. Техническое задание
2. графическая часть
3. Общая часть,
4. конструкторская часть,
5. технологическая часть
6. Экономическая часть
7. охрана труда
8. План производства и контроль качества

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что входит в раздел «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ» технического задания на разработку РДТТ?

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В каком разделе ТЗ на разработку определяются требования к массе заряда твердого топлива, к полному импульсу тяги, величине тяги и времени работы двигателя?

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Порядок разработки и проектирования РДТТ

1. Определение внутрибаллистических параметров рабочего процесса в камере двигателя.
2. Расчёт геометрических размеров заряда.
3. Газодинамический расчёт двигателя на основе одномерной модели течения газа с учётом движения продуктов сгорания в камере сгорания. .
4. Выбор конструктивной схемы двигателя.
5. Расчёт элементов конструкции: корпуса, переднего и заднего (соплового) днищ, узлов соединения обечайки и днищ, узлов присоединения к камере соплового блока, воспламенительного устройства и других элементов.
6. Расчёт теплозащитных покрытий элементов конструкции.

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

1 Что входит в  
раздел  
«СПЕЦИАЛЬНЫЕ  
ТРЕБОВАНИЯ»  
технического  
задания на  
разработку РДТТ?

А Требования по взрывобезопасности, пожаробезопасности, нетоксичности

2 Что входит в  
раздел  
«Требования к  
конструкции  
РДТТ»  
технического  
задания на  
разработку РДТТ?

Б Размеры корпуса двигателя, масса.

3 В каком разделе  
ТЗ на разработку  
определяются  
требования к  
массе заряда  
твердого топлива,  
к полному  
импульсу тяги,  
величине тяги и  
времени работы  
двигателя?

В Требования к энергетическим характеристикам

Требования к стоимости

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

1 Обоснование  
научных,  
технических,

А Технического предложения

технологических,  
экономических  
возможностей  
создания ракеты  
проводится на  
этапе:

2 Определение  
основных тактико-  
технических  
характеристик  
двигателя и  
уточнение условий  
его эксплуатации  
производится на  
этапе:

Б Технического задания

3 Теоретическое  
обоснование  
работоспособности  
конструкции  
ракеты с  
использованием  
результатов  
испытаний  
изделий-аналогов,

В Эскизного проекта

научно-  
исследовательских  
работ, иногда  
испытаний  
модельных  
изделий  
производится на  
этапе:

4 Технологическая  
документация,  
необходимая для  
изготовления узлов  
РДТТ и проведения  
их испытаний  
выпускается на  
этапе:

Д Испытаний

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность разработки ракетного двигателя твёрдого топлива (РДТТ).

1. **Техническое задание.**
2. **Техническое предложение.**
3. **Эскизный проект.**
4. **Изготовление и технологическая отработка опытных образцов.**
5. **Доводочные испытания.**
6. **Корректировка технической документации.**

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие данные обычно содержит технологическая часть технологического проекта?

1. Технические требования
2. нормативы
3. План производства
4. контроль качества
5. Технологические операции
6. инструкции
7. Перечень необходимых материалов и комплектующих

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие основные элементы включает в себя технический регламент ЕСКД?

1. Титульный лист,
2. спецификация,
3. чертежи
4. основная надпись,
5. спецификация материалов