

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Юнаков Л. П.  
ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И РАБОЧИЕ ТЕЛА

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	
3	5	4	144	34	17	0	17	110	0	0	110	диф. зач.

*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: 2024

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Гашевский Егор Михайлович, старший преподаватель

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Ярошенко Николай Тимофеевич, д.т.н., старший научный сотрудник,  
профессор

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 ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И РАБОЧИЕ ТЕЛА**

### **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:

ПСК-3.4 — способность проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-3.4**

*знания:*

Виды источников энергии для двигателей и энергетических установок авиационного и ракетно-космического назначения. Их состав, энергетические, физико-химические характеристики,

особенности

эксплуатации;

*умения:*

Способность осуществлять анализ характеристик источников энергии, области применения, особенности конструктивных решений в зависимости от выбора топлива;

*навыки:*

Обоснование выбора источника энергии для конкретного назначения с учетом перспективных разработок и исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И РАБОЧИЕ ТЕЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ХИМИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментальные исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ПСК-3.4
3	5	Раздел 1. Введение. Общие сведения о рабочих телах. Классификация рабочих тел по различным признакам.	9	1	1	0	8	10
3	5	Раздел 2. Рабочие тела как источники энергии. Общие понятия и определения. Источники энергии химических энергоустановок, ядерных энергоустановок. Общая классификация химических рабочих тел. Основные энергетические и физико-химические характеристики рабочих тел. Требования к рабочим телам.	13	1	1	0	12	10
3	5	Раздел 3. Состав рабочих тел. Условная химическая формула компонентов топлива и рабочего тела. Стехиометрическое и действительное соотношение. Коэффициент избытка окислителя. Влияние коэффициента избытка окислителя на энергетические и физико-химические характеристики рабочих тел.	31	11	2	9	20	20
3	5	Раздел 4. Оценка эффективности рабочих тел. Методы оценки эффективности рабочих тел.	30	10	2	8	20	15
3	5	Раздел 5. Жидкие рабочие тела. Основные свойства жидких рабочих тел. Окислители, горючие. Классификация, свойства Органические соединения. Неорганические соединения. Элементоорганические соединения.	18	4	4	0	14	15
3	5	Раздел 6. Металлические горючие. Чистые металлы как горючее энергосиловых установок. Органозолы как горючее.	14	2	2	0	12	10
3	5	Раздел 7. Твердые рабочие тела. Классификация ТРТ. Основные определения. Баллистичные ТРТ. Смесевые ТРТ. Окислители смесевых ТРТ. Горючие смесевых ТРТ. Физико-химические и энергетические характеристики ТРТ.	14	2	2	0	12	10
3	5	Раздел 8. Топлива для авиации и ГТД. Классы углеводородов. Производство жидких топлив. Физические свойства топлив. Свойства топлив, влияющие на процесс горения. Жидкие топлива и требования к ним.	15	3	3	0	12	10
Всего за 5 семестр			144	34	17	17	110	100
Всего по дисциплине			144	34	17	17	110	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Состав рабочих тел.	Условная химическая формула компонентов топлива и рабочего тела. Стехиометрическое и действительное соотношение. Коэффициент избытка окислителя	6
2		Влияние коэффициента избытка окислителя на энергетические и физико-химические характеристики рабочих тел	3
3	Раздел 4. Оценка эффективности рабочих тел.	Оценка эффективности рабочих тел	8
Всего за 5 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Подготовка к Лекции	8
2	Раздел 2. Рабочие тела как источники энергии.	Подготовка к Лекции	12
3	Раздел 3. Состав рабочих тел.	Подготовка к практическому занятию №1	5
4		Подготовка к контрольной работе	5
5		Подготовка к практическому занятию №2	5
6		Подготовка к контрольной	5

		работе	
7	Раздел 4. Оценка эффективности рабочих тел.	Подготовка к практическому занятию №3	20
8	Раздел 5. Жидкие рабочие тела. Основные свойства жидких рабочих тел.	Подготовка к лекции	14
9	Раздел 6. Металлические горючие.	Подготовка к лекции	12
10	Раздел 7. Твердые рабочие тела. Классификация ТРТ.	Подготовка к лекции	12
11	Раздел 8. Топлива для авиации и ГТД.	Подготовка к лекции	12
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>110</b>

#### 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
5						ДР			Контр.Р.	ДР						ДР	Тест, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Боряев, А. А. Левихин. . Химмотология авиационных топлив. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
2. А. А. Дорофеев. . Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, 15 экз.
3. А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 24 экз.
4. Г. Ф. Быстрицкий. . Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
5. М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1976, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1976, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Двигатель.

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

1. <https://ibooks.ru/> – Электронная-библиотечная система «ibooks.ru»;
2. <https://e.lanbook.com/> – Электронная-библиотечная система «Лань»;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> - Библиотека "ВОЕНМЕХ" — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### 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;
2. Интерактивная доска.

### **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 **ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И РАБОЧИЕ ТЕЛА** 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*:

ПСК-3.4 способность проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с существующими источниками энергии, методами оценки эффективности рабочих тел энергетических установок, особенностями их производства и эксплуатации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 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.
Раздел 1. Введение.		
Подготовка к Лекции	А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Рабочие тела как источники энергии.		
Подготовка к Лекции	А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1) М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1976 (1)	12
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Состав рабочих тел.		
Подготовка к практическому занятию №1	Г. Ф. Быстрицкий. . Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий: Москва: Юрайт, 2021 (5) М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1976 (1) А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1) А. А. Дорофеев. . Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (16)	5
Подготовка к контрольной работе		5
Подготовка к практическому занятию№2		5
Подготовка к контрольной работе		5
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Оценка эффективности рабочих тел.		
Подготовка к практическому занятию№3	А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1)	20
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. Жидкие рабочие тела. Основные свойства жидких рабочих тел.		
Подготовка к лекции	М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1976 (2,3) А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.2-2.3)	14
Итого по разделу 5		14
Раздел 6. Металлические горючие.		
Подготовка к лекции	М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1976 (5)	12

Итого по разделу 6		12
<b>Раздел 7. Твердые рабочие тела. Классификация ТРТ.</b>		
Подготовка к лекции	М. С. Штехер. . Топлива и рабочие тела ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1976 (4)	12
Итого по разделу 7		12
<b>Раздел 8. Топлива для авиации и ГТД.</b>		
Подготовка к лекции	А. А. Боряев, А. А. Левихин. . Химмотология авиационных топлив: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (8) Г. Ф. Быстрицкий. . Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий: Москва: Юрайт, 2021 (Глава 5 п. 5.1)	12
Итого по разделу 8		12

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- контрольная работа;
- дифференцированный 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

Тест состоит из 20 вопросов. Тест считается сданным при наличии правильных ответов на не менее чем на 60% вопросов. Комплект тестовых заданий входят в состав УМК дисциплины.

#### Контрольная работа

Контрольная работа содержит 2 задачи и оценивается с помощью системы оценок «зачтено», «не зачтено». Зачтено» выставляется при правильном решении всех задач контрольной работы.

#### Задача 1

Рассчитать условную формулу Компонента 1 ракетного топлива по массе. Состав Компонента 1 приведен в весовых долях.

#### Задача 2.

Используя условную формулу, полученную в Задаче 1, рассчитать:

Мольное и массовое стехиометрическое соотношение ( $K_o$ ,  $K_{mo}$ ) для топливной пары Компонент1+Компонент2. Расчет  $K_{mo}$  произвести по точной и приближенной формулам. Результаты сравнить-выразить погрешность в %.

#### Задача 3.

Рассчитать условную формулу топлива, состоящего из Компонент1+ Компонент2.

Коэффициент избытка окислителя  $\alpha$  принять:

Для вариантов 1-6  $\alpha=0,98$ ;

Для вариантов 7-12  $\alpha=1$ ;

№ варианта Компонент 1 Весовые доли Формула Компонент 2

1 АК-20 0,78  $HNO_3$   $CH_6N_2$

0,22  $N_2O_4$

2 Метиловый спирт 85% 0,85  $CH_3OH$   $HNO_3$

0,15  $H_2O$

3 Этиловый спирт 80% 0,8  $C_2H_5OH$   $HNO_3$

0,2  $H_2O$

4 ВА1185 0,51  $CH_6N_2$   $N_2F_4$

0,3  $N_2H_4$

0,19  $H_2O$

5 MHF-3 0,86  $CH_6N_2$   $ClF_5$

0,14  $N_2H_4$

6 MHF-5 0,55  $CH_6N_2$   $ClF_5$

0,26  $N_2H_4$

0,19  $N_2H_5NO_3$

7 IRFNA III 0,83  $HN_3$   $C_2H_8N_2$

0,14  $NO_2$

0,03  $H_2O$

8 Hydne 0,6  $C_2H_8N_2$   $O_2$

0,4  $C_4H_{13}N_3$

9 ВОЗДУХ 0,76  $N_2$   $C_2H_5OH$

0,23 O<sub>2</sub>  
0,01 Ar  
10 AK-27 0,27 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>  
0,71 HN<sub>3</sub>  
0,02 H<sub>2</sub>O  
11 Азотная кислота 97% 0,97 HNO<sub>3</sub> C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>  
0,03 H<sub>2</sub>O  
12 IRFNA IV 0,54 HN<sub>3</sub> CH<sub>6</sub>N<sub>2</sub>  
0,44 NO<sub>2</sub>  
0,02 H<sub>2</sub>O

### **Дифференцированный зачет**

Диф. зачет считается не сданным при наличии менее 60% правильных ответов на тестовое задание, состоящее из 20 вопросов.

Оценка "удовлетворительно" выставляется при наличии не менее 60% и не более 80% правильных ответов на тестовое задание, состоящее из 20 вопросов.

Для получения оценки «отлично» и "хорошо" требуется ответить на два вопроса билета. Оценивается полнота и правильность ответов.

Оценка «хорошо» выставляется при наличии ответа по билету не менее 80%.

Оценка «отлично» выставляется при наличии ответа по билету не менее 80%, ответы на 1-2 дополнительных вопроса со степенью полноты ответа не менее 30% по каждому.

Вопросы к диф. зачету:

1. Источники энергии и массы для ракетных двигателей. Химические ракетные топлива. Удельная работа газа
2. Основные характеристики рабочих тел. Классификация химических ракетных топлив.
3. Требования к рабочим телам.
4. Состав рабочих тел. Влияние состава на энергетические и физико-механические характеристики.
5. Влияние характеристик топлива на показатели ракеты.
6. Оценка эффективности топлива при использовании в качестве критерия идеальной скорости.
7. Воспламенение зарядов ТРТ
8. Сопоставление основных характеристик ЖРТ и ТРТ
9. Методы экспериментального исследования топлив с целью определения из основных характеристик
10. Физическая модель горения твердого топлива
11. Область применения твердых топлив
12. Сравнение характеристик ЖРТ и ТРТ
13. Обоснование выбора топлива ЖРД.
14. Нефтепродукты. Классы углеводородов.
15. Горючие на основе металлов. Гидрореагирующие горючие.
16. Изготовление зарядов смесового твердого топлива
17. Топлива для газотурбинных двигателей. Классификация. Особенности в сравнении с ЖРТ.
18. Окислители ЖРТ. Классификация. Требования.
19. Горючие ЖРТ. Классификация. Требования.
20. Перспективные топливные композиции
21. Твердые рабочие тела, их классификация.
22. Основные требования к ТРТ
23. Двухосновные ТРТ. Состав. Особенности.
24. Смесевые топлива. Состав. Особенности
25. Добавки к ТРТ. Состав. Назначение.
26. Основные характеристики ТРТ.
27. Гидриды как способ хранения водорода.
28. Сжатые газы как рабочие тела
29. Специальные виды рабочих тел
30. Смешанные многокомпонентные топлива (СМТ).
31. Рабочие тела газовых турбин (ГТ).
32. Эквивалентная (условная) формула топлива Соотношение между компонентами топлива
33. Баллистические твердые топлива
34. Изготовление зарядов из баллистического твердого топлива
35. Окислители смесевых твердых топлив
36. Горючие смесевых твердых топлив
37. Воспламенители зарядов твердого топлива

Паспорт фонда оценочных средств

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		ПСК-3.4	
3	5	Раздел 1. Введение.	9	1	1	0	8	10	Тест
3	5	Раздел 2. Рабочие тела как источники энергии.	13	1	1	0	12	10	Тест
3	5	Раздел 3. Состав рабочих тел.	31	11	2	9	20	20	Тест, Контрольная работа
3	5	Раздел 4. Оценка эффективности рабочих тел.	30	10	2	8	20	15	Тест
3	5	Раздел 5. Жидкие рабочие тела. Основные свойства жидких рабочих тел.	18	4	4	0	14	15	Тест
3	5	Раздел 6. Металлические горючие.	14	2	2	0	12	10	Тест
3	5	Раздел 7. Твердые рабочие тела. Классификация ТРТ.	14	2	2	0	12	10	Тест
3	5	Раздел 8. Топлива для авиации и ГТД.	15	3	3	0	12	10	Тест
Всего за 5 семестр			144	34	17	17	110	100	
Всего по дисциплине			144	34	17	17	110	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-3.4

	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Водные растворы гидразина замерзают при температуре
№ 2	Гидразин самовоспламеняется при взаимодействии
№ 3	Закон Генри — Дальтона устанавливает, что:  при постоянной температуре растворимость (концентрация) газа в данной жидкости прямо пропорциональна давлению этого газа над раствором  при постоянной температуре растворимость (концентрация) газа в данной жидкости обратно пропорциональна давлению этого газа над раствором
№ 4	Закон Рауля устанавливает, что:  парциальное давление паров каждого компонента идеальной смеси жидкостей равно давлению пара чистого компонента, умноженному на его молярную долю в смеси жидкостей  парциальное давление паров каждого компонента идеальной смеси жидкостей больше давления пара чистого компонента, умноженному на его молярную долю в смеси жидкостей  парциальное давление паров каждого компонента идеальной смеси жидкостей меньше давления пара чистого компонента, умноженному на его молярную долю в смеси жидкостей
№ 5	Для чего дегазируют компоненты ракетных топлив перед их заправкой в космические аппараты
№ 6	Какие топлива наиболее пригодны для двигателя с фазовым переходом: <ul style="list-style-type: none"><li>• низкокипящие криогенные горючие</li><li>• топлива на основе предельных углеводородов</li><li>• высококипящие гидриды азота</li><li>• низкокипящие криогенные окислители</li></ul>
№ 7	Согласно теории нормального распространения движущей силой поддержания горения смеси реагирующих веществ является
№ 8	Температура вспышки компонента это
№ 9	В чем отличие ракетного двигателя от реактивного:
№ 10	Какое требование к электрооборудованию обязательно в помещениях, в которых возможно присутствие горючих газов
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Основные стадии подготовки изделий, аппаратов, резервуаров, транспортных емкостей под заправку компонентом топлива включают: <ol style="list-style-type: none"><li>1. внешний осмотр поверхностей, контактирующих с компонентом, обезжиривание, обработка раствором соответствующего компонента;</li><li>2. внешний осмотр поверхностей, контактирующих с компонентом механическая очистка, обезжиривание, травление в растворах щелочи или кислот с соответствующими промывочными операциями, обработка раствором соответствующего компонента;</li><li>3. механическая очистка, обезжиривание, травление в растворах щелочи или кислот, обработка раствором соответствующего компонента;</li><li>4. механическая очистка, обезжиривание, травление в растворах щелочи,</li><li>5. обработка раствором соответствующего компонента.</li></ol>
№ 2	Химическая обработка изделий, предназначенных для эксплуатации компонента проводится: <ol style="list-style-type: none"><li>1. после завершения монтажа новых изделий;</li><li>2. после ремонта с применением сварки или других технологических операций, приводящих к загрязнению рабочих поверхностей;</li></ol>

3. повторная химическая обработка проводится каждые 5 лет эксплуатации;  
4. в случае значительной коррозии поверхности изделий.
- № 3            Гидразин какой марки по международной спецификации классификации MIL-PRF-26536F соответствует по качеству Российскому?
1. Standard grade;
  2. Monopropellant;
  3. High purity grade
  4. Никакой
- № 4            Температура вспышки и воспламенения гидразина
1. 66оС;
  2. 57оС;
  3. 38оС;
  4. 44оС.
- № 5            Концентрационные пределы распространения пламени гидразина:
1. 4,7-100% объемных;
  2. 16-100% объемных;
  3. 16-94% объемных;
  4. 4,7-94% объемных.
- № 6            Подготовка оборудования для работы с гидразином:
1. механическая зачистка сварных швов, промывка водой, сушка, пассивация гидразином;
  2. механическая зачистка сварных швов, обезжиривание, химическая обработка (травление) в растворах кислот или щелочей, промывка водой, сушка, пассивация гидразином;
  3. механическая зачистка сварных швов, обезжиривание, промывка водой, сушка, пассивация гидразином;
  4. механическая зачистка сварных швов, обезжиривание, химическая обработка (травление) в растворах кислот или щелочей, промывка водой.
- № 7            Межкристаллическая коррозия характерна для:
1. жидкого метана;
  2. жидкого водорода;
  3. жидкого кислорода;
  4. керосина.
- № 8            Концентрационные пределы воспламенения водорода в воздухе и кислороде:
1. с кислородом от 4% до 100%;
  2. с воздухом от 12% до 84%;
  3. с кислородом от 4% до 94%;
  4. с воздухом от 8% до 84%.
- № 9            Какого цветом маркируют баллоны с газами?
1. водород - зеленый; азот – черный; кислород –голубой;
  2. водород - красный; воздух – черный; ацетилен –белый;
  3. водород – белый; кислород –голубой; метан – красный;
- № 10            Какое условие должно быть выполнено при составлении уравнения материального

баланса?

1. Равенство числа атомов  $i$ -го химического элемента в топливе и продуктах сгорания;
2. Равенство числа молей в топливе и продуктах сгорания;
3. Исходное топливо должно быть задано относительными массовыми долям  $i$ -го химических элементов.
4. Расчёт должен выполняться на 1 кг или 1 моль исходного топлива.