

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) **Юнаков Л. П.**
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
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	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	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 составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Гашевский Егор Михайлович, 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 ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

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:

ОПК-4 — способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-6 — способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-4

знания:

Особенности производства, хранения и транспортировки компонентов ракетного топлива. Экономические и экологические характеристики топлив, требования к ним. Понимание взаимосвязи основных параметров ракетных двигателей от вида топлива;

умения:

Производить анализ экономических, экологических характеристик различных пар топлив для ДУ различного назначения;

навыки:

Расчет условной формулы компонентов топлива РД, определение соотношения между компонентами топлива. Оценка эффективности применения компонентов топлив в составе ракет.

ОПК-6

знания:

Основные этапы развития источников энергии для ЖРД. Особенности их применения возможности модернизации ДУ в зависимости от применяемого вида топлива;

умения:

Обосновывать выбор топливной композиции в зависимости от назначения и характеристик ЛА;

навыки:

Расчет количественных и качественных выбросов продуктов сгорания ЖРД в зависимости от режимных параметров ДУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕПЛОВЫХ МАШИН, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
- ПСК-6 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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		ОПК-4	ОПК-6
3	5	Раздел 1. Введение. Общие сведения о топливах РД. Классификация топлив по различным признакам.	13	3	3	0	10	10	10
3	5	Раздел 2. Топлива РД как источник энергии. Общие понятия и определения. Источники энергии РД. Общая классификация химических рабочих тел. Основные энергетические и физико-химические характеристики рабочих тел. Требования к рабочим телам.	14	4	4	0	10	20	30
3	5	Раздел 3. Раздел 3. Состав топлив РД. Условная химическая формула компонентов топлива. Стехиометрическое и действительное соотношение. Коэффициент избытка окислителя. Влияние коэффициента избытка окислителя на энергетические и физико-химические характеристики рабочих тел.	28	11	4	7	17	20	20
3	5	Раздел 4. Раздел 4. Жидкие и твердые топлива РД. Основные свойства жидких рабочих тел. Классификация. Свойства, распространенные топливные компоненты. Классификация ТРТ. Основные определения. Баллиститные ТРТ. Смесевые ТРТ. Окислители смесевых ТРТ. Горючие смесевых ТРТ. Свойства, область применения. Металлические горючие.	31	9	4	5	22	30	20
3	5	Раздел 5. Раздел 5. Конструктивные особенности РД в зависимости от вида топлива. Конструкционные, теплозащитные материалы. Конструкция топливных баков. Особенности расчета геометрических размеров, давления наддува, гидростатического давления топлива.	22	7	2	5	15	20	20
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Раздел 3. Состав топлив РД.	Условная и эквивалентная химическая формула компонентов топлива.	4
2		Стехиометрическое и действительное соотношение компонентов топлива. Коэффициент избытка окислителя	3
3	Раздел 4. Раздел 4. Жидкие и твердые топлива РД.	Исследование влияния коэффициента избытка окислителя на энергетические показатели ракетного двигателя и газогенератора	5
4	Раздел 5. Раздел 5. Конструктивные особенности РД в зависимости от вида топлива.	Особенности расчета геометрии и основных параметров топливных баков	5
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.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	10
2	Раздел 2. Топлива РД как источник энергии.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	10
3	Раздел 3. Раздел 3. Состав топлив РД.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	7
4		Подготовка к практическому занятию	10
5	Раздел 4. Раздел 4. Жидкие и твердые топлива РД.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	8
6		Подготовка к практическому занятию	14

7	Раздел 5. Раздел 5. Конструктивные особенности РД в зависимости от вида топлива.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	7
8		Подготовка к практическому занятию	8
Всего за 5 семестр			74

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	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Дорофеев. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, 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. А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
5. А. В. Сухов, М. М. Фещенко, М. В. Тюгаев. . Твёрдые ракетные топлива. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006, эл. рес.
6. Анатолий Александрович Дорофеев. . Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013, эл. рес.
7. И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Баллистические ракеты и жидкостные ракетные двигатели. Омск: ОмГТУ, 2019, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань";
2. <https://ibooks.ru/> - ЭБС "Айбукс";
3. <http://library.voenmeh.ru/> - 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 - 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:

1. Проектор.

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 **ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** 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*:

ОПК-4 способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-6 способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с существующими топливами ракетных двигателей, методами оценки их эффективности, особенностями эксплуатации и производства.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1) А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Топлива РД как источник энергии.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1) Анатолий Александрович Дорофеев. . Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013 (2,3)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Состав топлив РД.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	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) А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1)	7
Подготовка к практическому занятию	А. А. Дорофеев. . Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (16)	10
Итого по разделу 3		17
Раздел 4. Жидкие и твердые топлива РД.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	Анатолий Александрович Дорофеев. . Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013 (16)	8
Подготовка к практическому занятию	А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.2-2.3) А. А. Левихин, Л. П. Юнаков. . Рабочие тела и топлива ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.	14

	Устинова, 2015 (2.2-2.3) А. В. Сухов, М. М. Фещенок, М. В. Тюгаев. . Твёрдые ракетные топлива: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (2,3)	
Итого по разделу 4		22
Раздел 5. Раздел 5. Конструктивные особенности РД в зависимости от вида топлива.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Баллистические ракеты и жидкостные ракетные двигатели: Омск: ОмГТУ, 2019 (4.5-4.7)	7
Подготовка к практическому занятию		8
Итого по разделу 5		15

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- 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.

Вопросы к дифференцированному 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. Баллиститные твердые топлива
34. Изготовление зарядов из баллиститного твердого топлива
35. Окислители смесевых твердых топлив
36. Горючие смесевых твердых топлив
37. Воспламенители зарядов твердого топлива

Контрольная работа

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 α 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 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ HNO_3

0,2 H_2O

4 BA1185 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 $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$

7 IRFNA III 0,83 HN_3 $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$

0,14 NO_2

0,03 H_2O

8 Hydne 0,6 $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$ O_2

0,4 $\text{C}_4\text{H}_{13}\text{N}_3$

9 ВОЗДУХ 0,76 N_2 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

0,23 O_2

0,01 Ar

10 АК-27 0,27 N_2O_4 N_2H_4

0,71 HN_3

0,02 H_2O

11 Азотная кислота 97% 0,97 HNO_3 $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_2$

0,03 H_2O

12 IRFNA IV 0,54 HN_3 CH_6N_2

0,44 NO_2

0,02 H_2O

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проходит в форме тестирования:

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

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

Оценка "зачтено-хорошо" выставляется при наличии не менее 80% правильных ответов на тестовое задание, состоящее из 20 вопросов.

Для получения оценки "зачтено-отлично" дифференцированный зачет представляет собой ответ на один теоретический вопрос и решение задачи. Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

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 и правильно решенной задачи, аналогичной, представленным в списке для подготовки к контрольной работе.

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		ОПК-4	ОПК-6	
3	5	Раздел 1. Введение.	13	3	3	0	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 2. Топлива РД как источник энергии.	14	4	4	0	10	20	30	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 3. Раздел 3. Состав топлив РД.	28	11	4	7	17	20	20	Контрольная работа
3	5	Раздел 4. Раздел 4. Жидкие и твердые топлива РД.	31	9	4	5	22	30	20	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 5. Раздел 5. Конструктивные особенности РД в зависимости от вида топлива.	22	7	2	5	15	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-4

Вопросы открытого типа:

- № 1 Чему равен коэффициент избытка окислителя для пары топлив, если действительный K_m больше стехиометрического в 3 раза?
- № 2 Чему равен коэффициент массовый расход окислителя, если расход горючего равен 3, а действительный коэффициент соотношения равен 2? Ответ выразить в кг/с.
- № 3 Чему равен действительный коэффициент соотношения между компонентами топлива, если стехиометрический равен 6, а коэффициент избытка окислителя 0,5?
- № 4 Рассчитать мольный стехиометрический коэффициент для топливной пары $O_2 + H_2$ при коэффициенте избытка окислителя равном 0,5. Ответ округлить до 1 знака после запятой.
- № 5 Во сколько раз массовый стехиометрический коэффициент отличается от мольного для топливной пары $O_2 + H_2$?

Ответ округлить до целого числа.

- № 6 Рассчитать мольный стехиометрический коэффициент для топливной пары $H_2O_2 + H_2$ при коэффициенте избытка окислителя равном 0,5.

Ответ округлить до 2х знаков после запятой.

- № 7 Рассчитать мольный стехиометрический коэффициент для топливной пары $O_2 + H_2$.

Ответ округлить до 1 знака после запятой.

- № 8 Рассчитать мольный стехиометрический коэффициент для топливной пары $H_2O_2 + H_2$.

Ответ округлить до 2х знаков после запятой.

- № 9 Рассчитать мольный стехиометрический коэффициент для топливной пары $O_2 + NH_3$ при коэффициенте избытка окислителя равном 0,5.

Ответ округлить до 2х знаков после запятой.

- № 10 Рассчитать мольный стехиометрический коэффициент для топливной пары $O_2 + NH_3$.

Ответ округлить до 2х знаков после запятой.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Смесь ксилидина и триэтиламина позволило получить горючее с характеристиками:

- А. Высокая плотность, малая вязкость, широкий температурный диапазон эксплуатации
- В. Высокая плотность, низкая токсичность
- С. Низкая стоимость, способность к самовоспламенению с азотнокислыми окислителями

Д. Высокая химическая стабильность, низкая токсичность

- № 2 Какие из указанных горючих являются монотопливом:

А. Керосин

В. НДМГ

С. Гидразин

Д. Триэтиламин

- № 3 Установить связь

А Закон Клайперона –Клаузиуса устанавливает связь между:

Б Закон Аррениуса устанавливает связь между:

В Закон Генри — Дальтона

Г Закон Рауля

1 температурой жидкости и давлением ее насыщенного пара

2 скоростью реакции и температурой

3 парциальным давлением паров жидкости и общим давлением в сосуде

4 энергией активации и константой равновесия химической реакции

5 при постоянной температуре растворимость (концентрация) газа в данной жидкости прямо пропорциональна давлению этого газа над раствором

6 парциальное давление паров каждого компонента идеальной смеси жидкостей равно давлению пара чистого компонента, умноженному на его молярную долю в смеси жидкостей

№ 4 Какие топлива наиболее пригодны для двигателя с фазовым переходом

А. топлива на основе предельных углеводородов

В. высоко кипящие гидриды азота

С. низко кипящие криогенные горючие

Д. низко кипящие криогенные окислители

№ 5 Условие воспламенения топлива в сосуде

А. подогрев сосуда

В. превышение величины теплоприхода в результате химического взаимодействия компонентов топлива величины теплоотвода в окружающую среду

С. подогрев сосуда до температуры вспышки газов или паров топлива

Д. достаточное количество времени для разогрева сосуда до температуры вспышки газов или паров

№ 6 Установить соответствие

А вещества, в которых аминогруппа NH_2 замещает водород в бензольном кольце ароматических углеводородов

Б вещества в молекуле которых реализованы связи азота и водорода

1 ароматические амины

2 Гидриды азота

№ 7 Температура воспламенения это:

А. наименьшая температура, при которой условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары способные к вспышке при внесении источника зажигания

В. это наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы со способные к

воспламенению с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение

С. наименьшая температура компонента, при которой в результате вспышки паров над "зеркалом" жидкости происходит ее воспламенение

Д. параметр определяющий способность компонентов топлива к самовоспламенению

№ 8 Транспортировка гидразина проводится

А. в стеклянной таре

В. в емкостях из алюминиевых сплавов и нержавеющей сталей

С. в емкостях из алюминиевых сплавов и нержавеющей сталей под наддувом азотом

№ 9 Д. в герметичных емкостях из алюминиевых сплавов и нержавеющей сталей
Баллиститные (коллоидные, двухосновные) твердые топлива это

А. органические соединения, молекулы которых содержат богатые кислородом нитро- (NO_2) или нитратные (ONO_2) группы, прочно связанные с атомами углерода, топлива, которые содержат желатинизаторы и пластификаторы нитроцеллюлозы

В. топлива имеющие коллоидное (студенеобразное) состояние и способно формоваться под давлением

С. в баллиститном твердом топливе горючее и окислитель находятся в химически связанном состоянии внутри одной молекулы

Д. твердые топлива представляют собой твердые растворы нитрата целлюлозы (нитроцеллюлозы), условно называемого горючим, в некоторых других веществах, таких как нитроглицерин, нитродиаэтиленгликоль, нитрогуанидин и др., условно называемых окислителями

№ 10 Что является катализаторами разложения пероксида водорода?

А. сплавы содержащие железо, хром, молибден, вольфрам, ванадий, ниобий, титан

В. сплавы содержащие железо, хром, молибден, алюминий, магний, вольфрам, ванадий, ниобий, титан

С. металлы платина, серебро, свинец, кобальт, ртуть, марганец и их соли

Д. металлы платина, серебро, свинец, олово, кобальт, ртуть, марганец и их соли

ОПК-6

Вопросы открытого типа:

№ 1 Во сколько раз массовый стехиометрический коэффициент отличается от мольного стехиометрического коэффициента для топливной пары $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2$?

Ответ округлить до целого числа.

№ 2 Чему равна суммарная массовая доля горючих элементов в компоненте топлива N_2H_4 ? Ответ округлить до третьего знака после запятой

№ 3 Чему равна суммарная массовая доля горючих элементов в компоненте топлива $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$? Ответ округлить до третьего знака после запятой

№ 4 Чему равна суммарная массовая доля окисляющих элементов в компоненте топлива HNO_3 ? Ответ округлить до третьего знака после запятой.

№ 5 Перечислить горючие по мере роста токсичности (только те, что используются в настоящее время).

№ 6 Для каких горючих выбор конструкционных материалов связан с эксплуатацией в зоне низких температур?

№ 7 Какой окислитель образует самовоспламеняющуюся пару с любым горючим?

№ 8 Укажите состав горючего ТГ-02 (Тонка-250)

- № 9 Какими требованиями основным требованиям должны отвечать конструкционные материалы, применяемые для изделий, работающих в контакте с окислителями на основе пероксида водорода
- № 10 Что такое критический диаметр затухания
Вопросы закрытого типа:
- № 1 Укажите топливную пару являющуюся самовоспламеняющейся:
- 1 Керосин C_{7,21}H_{13,29} + азотный тетраоксид N₂O₄
 - 2 Этиловый спирт C₂H₅OH + кислород O₂
 - 3 Керосин C_{7,21}H_{13,29} + фтор F₂
 - 4 Водород H₂ + кислород O₂
- № 2 Какие вещества принято считать исходными в системе отсчёта химической энергии?
- 1 Газообразные \ (O₂, H₂, Cl₂, N₂ \) ; жидкие углеводы \ (C_nH_m \)
 - 2 Газообразные \ (H₂O, CO₂, HF \); жидкие \ (HNO₃, H₂SO₄ \)
 - 3 Жидкие \ (O₂, F₂, C₂H₅OH, CH_{1.956} \); твёрдые - графит \ (C, Al, Mg \)
 - 4 Газообразные \ (O₂, H₂, Cl₂, N₂ \); твёрдые - графит \ (C, Al, Mg \)
- № 3 Какой из компонентов топлива обладает широкой сырьевой базой, но является дорогостоящим в связи со сложностью производства?
1. водород
 2. кислород
 3. азотная кислота
 4. аммиак
- № 4 Выберите, какие характеристики позволило получить применение окислителей на основе смеси азотной кислоты и азотного тетраоксида:
1. снижение коррозионной активности и увеличение температурного диапазона эксплуатации
 2. уменьшение токсичности
 3. снижение пожароопасности и коррозионной активности
 4. снижение стоимости и увеличение энергетических характеристик
- № 5 К какому типу по химической структуре относится компонент топлива: азотная кислота?
1. Соединение окислительных, горючих и нейтральных элементов
 2. Соединение окислительных элементов
 3. Соединение горючих элементов
 4. Соединение окислительных и горючих элементов
 5. Соединение окислительных и нейтральных элементов
- № 6 Приведите в соответствие наименование окислителей и их характеристики
- А Фтор

- Б Кислород
- В АК-20
- Г Азотная кислота
- 1 Крайне токсичный и самый сильный окислитель
 - 2 Широко распространённый, дешёвый, не токсичный окислитель
 - 3 Токсичный, самовоспламеняется с гидразинами
 - 4 Крайне коррозионно-активный окислитель
- № 7 Приведите в соответствие требования к КРТ и их свойства
- А Требования как к охладителю
- Б Энергетические свойства
- В Безопасность для человека
- Г Экономические показатели
1. Высокая теплоемкость и теплопроводность
 2. Высокая плотность
 3. Низкий ПДК
 4. Низкая стоимость
 5. Пожароопасность
 6. Высокая теплоемкость и вязкость
 7. Высокий ПДК
- № 8 Приведите в соответствие название окислителей ЖРТ и типы химических составов
- А Азотная кислота HNO_3
- Б Кислород O_2
- В Дифторид кислорода OF_2
- Г Азотный тетраоксид N_2O_4 1 Соединение горючих, нейтральных и окислительных элементов
- 2 Соединение горючих и окислительных элементов
 - 3 Простой окислитель
 - 4 Соединение окислительных элементов
 - 5 Соединение окислительных и нейтральных элементов
- № 9 Какое из перечисленных горючих целесообразно применять для каких целей?
- А Жидкий водород

Б НДМГ

В Метан

Г Этиловый спирт

1 На верхних ступенях РН

2 Для I и II ступеней БР и боевых ракет?

3 Для I ступени РН

4 Для длительных космических перелетов?

№ 10

Установить соответствие

А) криогенный компонент ЖРТ

В) высококипящий компонент ЖРТ

С) низкокипящий компонент ЖРТ

Д) среднекипящий компонент ЖРТ

1 Имеющий критическую температуру меньшую, чем максимальная температура эксплуатации, хранения

2 имеющий при максимальной температуре хранения, эксплуатации давление насыщенного пара ниже допустимого уровня по условиям прочности баков

3 компонент, имеющий температуру кипения ниже 298К при стандартных условиях.

4 Понятие в РКТ не используется