



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«___» _____ 2023 г.

ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«РАКЕТНЫЕ ТОПЛИВА»

Специальность: 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация №21: Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.


Автор: д.т.н. Агеенко Ю.И. Рабочая программа дисциплины: «Ракетные топлива» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Бершадский В.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 				
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является:

1. Формирование у обучающихся понятий вопросов предназначения основных, пусковых и вспомогательных жидких ракетных топлив;
2. Формирование у обучающихся понятий вопросов распространения одно-, двух- и трехкомпонентных топлив;
3. Формирование понятий влияния окислителя на особенности характеристик топлива;
4. Изучение характеристик твёрдых ракетных топлив, смесевых топлив и горюче-связывающих веществ смесевых топлив, ядерных (атомных) и других перспективных топлив;
5. Формирование у обучающихся понятий вопросов безопасности применения, утилизации и вторичной переработки ракетного топлива и его отходов.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Профессиональные компетенции:

ПК-1. Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и техническим заданием;

ПК-5. Способность к анализу и оценке работы космических аппаратов, космических систем и их составных частей при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации;

ПК-8. Способность Осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ.

Основными задачами дисциплины являются:

1. ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами создания ракетного топлива в истории развития ракетной техники;
2. освоение навыков формирования системного подхода последовательности решения поставленной проблемы по определению внешнего облика изделий, систем, механизмов и агрегатов, входящих в структуру комплексов;
3. формирование навыков применения нормативной базы вопросов безопасности применения, утилизации и вторичной переработки ракетного топлива и его отходов.

Показатели освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Владеет навыками обработки информации о разработке и сертификации космических аппаратов, космических систем и их составных частей из различных источников, в том числе на английском языке.
- Владеет навыками проведения анализа материалов исследований патентной чистоты разрабатываемых космических аппаратов, космических систем и их составных частей.
- Умеет осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте.

Необходимые умения:

- Умеет анализировать перспективы развития как ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных видов для проработки технических заданий.
- Владеет особенностями инженерно-технического подхода к решению профессиональных проблем.
- Владеет разработкой предложений по модернизации составных частей космических аппаратов и космических систем в перспективных разработках.
- Умеет отражать выявленные замечания в журнале контроля технологической дисциплины.
- Уметь составлять докладные записки на имя начальника службы технического контроля и начальника подразделения.

Необходимые знания:

- Знает Единая система конструкторской документации;
- Знает порядок проведения проверки технологической дисциплины.
- Знает принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов.
- Знает физические и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем.
- Знает основы метрологии, стандартизации и сертификации.
- Знает: условия поставки комплектующих деталей и сборочных единиц. Нормативные и методические документы по обеспечению промышленной чистоты.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам части формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Ракетные топлива», являются базовыми для изучения дисциплин: «Основы эксплуатации ракетно-космических комплексов», «Системы обеспечения теплового режима», «Инновационные материалы в ракетно-космической технике» и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся при очной форме обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся при очно-заочной форме обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Предусматриваются занятия следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов. Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – зачет с оценкой.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр А	Семестр В	Семестр ...	Семестр ...
Общая трудоемкость	108	108	108		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	48	48			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	60	60			
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+	+			
Текущий контроль знаний	Тест	+			
Вид итогового контроля	Экзамен /зачет	Зачет с оценкой			
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	28		28		
Лекции (Л)	12		12		
Практические занятия (ПЗ)	16		16		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	80		80		
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+		+		
Вид итогового контроля	Экзамен /зачет		Зачет с оценкой		

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час, очн/очн.- заоч	Практ. занятия час, очн/очн.- заоч	Занятия в интеракт. форме, час очн/очн-заоч	Практиче ская подготов ка, час Очная /заочная форма	Код ком- петенций
Тема 1. Введение. Основные этапы истории развития ракетной техники и применяемого топлива	1/1	2/1	1/-		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 2. Виды (формы) химических превращений ракетных топлив	2/1	2/1	-/-		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 3. Элементы теории движения ракет. Ракетная тяга, методы ее оценки	1/-	2/1	1/-		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 4. Основные термины и определения, относящиеся к понятию ракетное топливо. Теплота сгорания	2/1	2/1	1/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 5. Технические требования к ракетному топливу	1/-	2/1	1/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 6. Ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов: Характеристики жидких ракетных топлив	1/1	4/2	1/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 7. Окислители	1/1	4/2	1/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 8. Горючие	2/1	4/2	1/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 9. Ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов: характеристики твёрдых ракетных топлив	1/1	2/1	1/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 10. Вопросы стандартизации и контроля качества, относящиеся к понятию ракетное топливо	1/1	2/1	2/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 11. Состав и характеристики жидких ракетных топлив	1/1	2/1	-/-		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 12. Экологическая безопасность	1/1	2/1	2/1		ПК-1; ПК-5; ПК-8
Тема 13. Перспективные ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов	1/1	2/1	-/-		ПК-1; ПК-5; ПК-8

Итого:	16/12	32/16	12/8		
---------------	--------------	--------------	-------------	--	--

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Введение. Основные этапы истории развития ракетной техники и применяемого топлива.

Роль науки и в развитии ракетной техники. От простейших примитивных конструкций до современных ракет и ракетно-космических комплексов. Изменение составов твердотопливных ракет в процессе их развития. Создание ракет и других пиротехнических средств с изобретением пороха.

К. Э. Циолковский о возможности использования жидкостей, в том числе жидких водорода H_2 и кислорода O_2 , в качестве топлива для ракет. Первый американский работающий экспериментальный жидкостной ракетный двигатель (ЖРД). Работы группы энтузиастов под руководством Ф. А. Цандера. Разработка ЖРД немецких конструкторов в первой половине XX в.

Гонка вооружений и соперничество СССР и США за лидерство в освоении космоса - мощнейшие стимуляторы разработок ЖРД.

Тема 2. Виды (формы) химических превращений ракетных топлив

Физико-химический процесс горения. Его отличие от медленного термического разложения. Свечение и образование пламени. Детонация, как вид химического превращения. Главная особенность детонации. Медленное термическое разложение. Классы взрывчатых (энергетических) материалов.

Тема 3. Элементы теории движения ракет. Ракетная тяга, методы ее оценки

Формула К. Э. Циолковского. Принцип движения ракеты. Основные силы, определяющие движение центра масс ракеты. Определение основных массовых характеристик ракетной техники. Источник энергии и рабочее тело ракетного двигателя. Роль скорости истечения ракетного топлива. Тяга и удельный импульс тяги. Энтальпия сгорания топлива.

Тема 4. Основные термины и определения, относящиеся к понятию ракетное топливо. Теплота сгорания

Наиболее важное требование к топливам - максимальное выделение энергии при сгорании. Элементы кинетики химических реакций в ракетных топливах. Структура фронта пламени. Воспламенение и горение смесей. Термодинамические параметры компонентов топлив и продуктов их горения. Температуры вспышки, воспламенения, самовоспламенения.

Стационарный режим горения. Неустойчивый режим горения. Моделирование процесса горения. Экспериментальные методы исследования процесса горения: дифференциальный термический и калориметрический анализы и др. Пусковое топливо.

Тема 5. Общие требования к ракетным топливам

Источник энергии. Энергетические (энергомассовые) требования. Охлаждающий агент двигателя. Термостабильность, теплотворность ракетного топлива. Эксплуатационные и производственно-экономические требования к ракетным топливам. Возможности длительного хранения и эксплуатации в особых условиях топлив и их компонентов. Физическая стабильность, химическая и радиационная стойкость, отсутствие коррозионной активности по отношению к конструкционным материалам, определенная температура фазового и полиморфного перехода, чувствительность к механическим воздействиям и восприимчивость к детонации.

Тема 6. Ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов: Характеристики жидких ракетных топлив

Принципы устройства и физико-химические основы рабочего процесса в жидких ракетных двигателях.

Классификация жидких реактивных топлив. Двухкомпонентные жидкие топлива: окислитель и горючее. Самовоспламеняющиеся и несамовоспламеняющиеся двухкомпонентные топлива. Жидкие однокомпонентные топлива. Температура кипения топлива: высококипящие и низкокипящие. Системы подачи горючего и окислителя в камеру сгорания.

Преимущества и недостатки этих топлив.

Тема 7. Окислители

Некоторые виды окислителей: их особенности, основные свойства и способы получения.

Жидкий кислород.

Азотная кислота.

Четырехокись азота.

Перекись водорода.

Жидкий фтор.

Тема 8. Горючие

Некоторые виды горючих: их особенности, основные свойства и способы получения.

Жидкий водород.

Углеводородные горючие (нефтепродукты).

Амины.

Гидразинные горючие.

Несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил).

Металлизированные горючие.

Тема 9. Ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов: характеристики твёрдых ракетных топлив

Ракетные пороха. Некоторые составные части порохов.

Классы твердых ракетных топлив: двухосновные или гомогенные; смешанные топлива. Иллюстрация создания тяги реактивным двигателем.

Горючее-связующее твердых ракетных топлив. Соотношение горючих и твердых составляющих. Стадии процесса горения. Факторы влияющие на величину скорости горения. Наиболее распространенные виды твердых топлив, и технология их производства.

Преимущества и недостатки этих топлив.

Тема 10. Вопросы стандартизации и контроля качества, относящиеся к понятию ракетное топливо

Основные положения национальной системы стандартизации.

ГОСТы Р ИСО 15859-...-2010. Системы космические. Характеристики, отбор проб и методы анализа текучих сред. Основные положения действующих стандартов на компоненты ракетного топлива, используемого в оборудовании летательных аппаратов и средствах, системах и оборудовании наземного базирования. Предельные значения содержания компонентов топлива, требования к методам отбора проб и методам анализа для контроля состава.

ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе (НИР).

ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Тема 11. Состав и характеристики жидких ракетных топлив

Характеристика топлив для маршевых двигателей.

Топлива для вспомогательных двигательных установок и газогенераторов. Степени токсичности топлива и его компонентов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) токсичных веществ.

Тема 12. Экологическая безопасность

Мероприятия по охране труда и экологической безопасности.

Правила хранения, сбора, обезвреживания, нейтрализации и удаления пролитого ракетного топлива и его компонентов. Контроль за герметизацией трубопроводов, цистерн, шлангов, насосов контроль за местами их соединений. Клиническая картина отравления компонентами ракетного топлива.

Тема 13. Перспективные ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов

Новое высокоэффективное горючее для ракетного топлива – ацетам, при использовании в разгонных ракетных блоках с кислородом в качестве окислителя.

Делящиеся материалы в качестве источника энергии для ядерно-ракетных двигателей.

Идея гибридных двигателей. Внешние источники энергии ракетной техники.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Ракетные топлива» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Работа с опасными веществами и компонентами ракетного топлива : учебное пособие / А. А. Фатина, В. Н. Лебедев, А. П. Киселёв, Д. С. Маслобоев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 30 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121864> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Конструкция и проектирование изделий ракетно-космической техники. Основы проектирования ракет-носителей / В. И.; Куренков В.И., Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Самара: Изд-во СГАУ, 2012. - 304с. <http://rucont.ru/efd/230123>.
3. Ерохин, Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей : учебник / Б. Т. Ерохин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1720-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168767> (дата обращения: 22.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Топлива и рабочие тела ракетных двигателей. Учебное пособие для авиационных вузов. М., «Машиностроение», 1976. - 304 с.
2. Цуцуран В. И., Петрухин Н. В., Гусев С. А. Военно-технический анализ состояния и перспективы развития ракетных топлив: Учеб. - М.: МО РФ, 1999. -332 с.
3. Белов, В. П. Внутрикамерные процессы в ракетных двигателях на твёрдом топливе : учебное пособие / В. П. Белов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122042> — Режим доступа: для авториз. пользо-

вателей.

4. Дорофеев, А. А. Исследование влияния соотношения компонентов топлива на параметры ракетного двигателя : методические указания / А. А. Дорофеев, Ю. В. Антонов ; под редакцией А. А. Дорофеева. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 47 с. — ISBN 978-5-7038-4857-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172721> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Теория горения и взрыва: практикум: Учебное пособие / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева. - 2 изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-00091-006-1, <http://znanium.com/bookread2.php?book=489498>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. Информационно - правовой сервер ГАРАНТ - <http://www.garant.ru>
2. Общероссийская сеть распространения правовой информации Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru>
3. <http://sk.ru/foundation/space/> / - Кластер «Космические технологии и телекоммуникации»
4. <http://www.gost.ru/wps/portal/> / - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
5. <http://standard.gost.ru/wps/portal/> / - Портал Росстандарта по стандартизации
6. <http://tk.gost.ru/wps/portal/> / - Портал технических комитетов Росстандарта
7. <http://iso.gost.ru/wps/portal/> / - Портал по международной стандартизации
8. <http://iec.gost.ru/wps/portal/> / - Портал Международной электротехнической комиссии (МЭК; англ. International Electrotechnical Commission, IEC)
9. <http://wto.gost.ru/wps/portal/> / - Информационный портал ВТО
10. <http://www.easc.org.by/> / - Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации
11. www.znanium.com - Электронно-библиотечная система Znanium.com.
12. <http://eup.ru/catalog/all-all.asp> – научно-образовательный портал.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся, по освоению дисциплины, приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: *MSOffice, Maple, AIFusion Process Modeler, RAMUS.*

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «МГОТУ»
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Ракетные топлива».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows XP; офисные программы MSOffice, AIFusionProcessModeler, RAMUS, рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной
аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХ-
НОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«РАКЕТНЫЕ ТОПЛИВА»

Специальность: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ра-
кет и ракетно–космических комплексов»

Специализация №21: «Производство и технологическая отработка изделий
ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королёв
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 1

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-1	Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и техническим заданием	<i>Темы 1-13</i>	Анализировать перспективы развития как ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных видов для проработки технических заданий. Обращивать информацию о разработке и сертификации космических аппаратов, космических систем и их составных частей из различных источников, в том числе на английском языке.	Разработка рекомендаций и заключений по использованию результатов теоретических и экспериментальных исследований космических аппаратов, космических систем и их составных частей.	Знать основы метрологии, стандартизации и сертификации. Знать Единую систему конструкторской документации; Особенности инженерно-технического подхода к решению профессиональных проблем.
2	ПК-5	Способность к анализу и оценке работы космических аппаратов, космических систем и их составных частей при подготовке к	<i>Темы 1-13</i>	Проводить анализ материалов исследований патентной чистоты разрабатываемых космических аппаратов,	Владеть разработкой предложений по модернизации составных частей космических аппаратов и космических	Знать принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов знать физи-

		запуску и в процессе эксплуатации		космических систем и их составных частей. Оформлять технические отчеты по результатам эксплуатации составных частей космических аппаратов и космических систем.	систем в перспективных разработках	ческие и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем.
3	ПК-8	Способность осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ	<i>Темы 1-13</i>	Анализировать перспективы развития как ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных видов для проработки технических заданий Обрабатывать информацию о разработке и сертификации космических аппаратов, космических систем и их составных частей из различных источников, в том числе на английском языке.	Разработка рекомендаций и заключений по использованию результатов теоретических и экспериментальных исследований космических аппаратов, космических систем и их составных частей.	Знать единую систему конструкторской документации; особенности инженерно-технического подхода к решению профессиональных проблем. Знать основы метрологии, стандартизации и сертификации.

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ПК-1; ПК-5; ПК-8	Задачи	<p>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p>	<p>Например:</p> <p>Проводится в письменной форме.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл). 2. Умение применить выбранный метод (1 балл). 3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчетах (1 балл). 4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла). 5. Задача не решена вообще (0 баллов). <p>Максимальная оценка - 5 баллов.</p>
ПК-1; ПК-5; ПК-8	Тест	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на продвинутом уровне - 70% правильных ответов; • компетенция освоена на базовом уровне - от 51% правильных ответов; <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру - 30 минут. Неявка — 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно - менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно - от 51 % правильных ответов.</p> <p>Хорошо - от 70%.</p> <p>Отлично - от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов</p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика докладов в презентационной форме

1. Основные этапы истории развития ракетной техники и применяемого топлива.
2. Характеристики жидких ракетных топлив современных ракет и ракетно-космических комплексов.
3. Окислители жидких ракетных топлив.
4. Горючие жидких ракетных топлив.
5. Характеристики твёрдых ракетных топлив.
6. Перспективные ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов.
7. Экологическая безопасность при работе с ракетным топливом и его компонентами.

Примерная тематика контрольного задания

1. Характеристики, отбор проб и методы анализа текучих сред ракетных топлив.
2. Основные положения действующих стандартов на компоненты ракетного топлива.
3. Определение соотношения горючих и твердых составляющих.
4. Некоторые виды окислителей: их особенности, основные свойства и способы получения.
5. Элементы кинетики химических реакций.
6. Элементы теории движения.

Примерная тематика практических заданий

1. Примеры, поясняющие принцип движения ракеты.
2. Пример расчета массы одноступенчатой ракеты.
3. Пример расчета массы двухступенчатой ракеты.
4. Пример расчета массы трехступенчатой ракеты.
5. Пример расчета массы четырехступенчатой ракеты.
6. Пример расчета массы пятиступенчатой ракеты.
7. Презентация-группового доклада.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Ракетные топлива» являются текущий контроль знаний в виде теста, реферата, презентации группового доклада и одна промежуточная аттестация в виде зачета (с оценкой).

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса	Тестирование	ПК-1; ПК-5; ПК-8	Тест на выявление уровня освоения теоретических знаний. Задания 2-х типов: 1 тип - выбор одного варианта ответа из предложенных, 2 тип - выбор нескольких вариантов ответов из предложенных	Ответы на тестовые задания предполагают использование как письменного варианта ответа, так и автоматизированной системы (соответствующего программного обеспечения) тестовой оценки знаний.	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Оценка осуществляется по пятибалльной системе. Менее 50% правильных ответов 0 баллов, 51% -60% - 1 балл, 61% -70% - 2 балла, 71% -80% - 3 балла, 81% -89% - 4 балла, 90% -100% - 5 баллов
Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса	Реферат	ПК-1; ПК-5; ПК-8	Реферат, представляющий собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг.	Работа над рефератом включает в себя следующие этапы: • формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию; • подбор и изучение ос-	Реферат сдается на проверку преподавателю за одну неделю до зачетного занятия	Общая оценка реферата: реферат сдан на проверку преподавателю за одну неделю до зачетного занятия (1 балл); студентом проявлена инициатива при выборе темы реферата и его написании (1 балл); работа выполнена без консультации с преподавателем (1 балл); материал пред-

				<p>новых источников по теме (как правило, при разработке реферата используются не менее 8—10 различных источников);</p> <ul style="list-style-type: none"> • составление библиографии; • обработка и систематизация информации; • разработка плана реферата; • написание реферата. 		<p>ставлен связно, логично и грамотно ((1 балл)); оформление в соответствии с требованиями ГОСТ (1 балл)</p>
<p>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</p>	<p>Презентация группового доклада</p>	<p>ПК-1; ПК-5; ПК-8</p>	<p>Презентация группового доклада, представляет собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг.</p>	<p>Работа над презентацией включает в себя следующие этапы</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию; • подбор и изучение основных источников по теме (как правило, при разработке доклада используются не менее 8—10 различных источ- 	<p>Результаты предоставляются в день проведения</p>	<p>Баллы, выставаемые докладчику и содокладчикам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сообщил новую информацию (1 балл) • использовал технические средства (1 балл) • знает и хорошо ориентируется в содержании всего доклада (1 балл) • умеет дискутировать и быстро отвечает на вопросы (1 балл) • четко выполняет установленный регламент: докладчик - 10 мин.; содокладчики - 5 мин.; дискуссия - 10 мин. (1 балл)

				ников); • составление библиографии; • обработка и систематизация информации; • разработка плана доклада; • представление доклада		
Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса	Зачет с оценкой	ПК-1; ПК-5; ПК-8	3 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	3 (удовлетворительно) <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; 4 (хорошо) <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; 5 (отлично) <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемых предметов «Неудовлетворительно» <ul style="list-style-type: none"> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий

						<ul style="list-style-type: none"> • тий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	--

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом).

1. В жидкостных ракетах обычно количество окислителя по весу превышает количество горючего в среднем в:

- 1,5-2 раза;
- 3-6 раз;
- 10-12 раз;
- 15-20 раз

2. В жидкостных ракетах вес топлива обычно больше веса конструкции двигателя в:

- 3 раза;
- 9 раз;
- 15 раз;
- 20 раз.

3. Бак ракеты заправляется жидким кислородом:

- в процессе сборки двигателя;
- непосредственно перед запуском ракеты;
- в процессе транспортировки ракеты на стартовую площадку; экипажем, находящимся в кабине космического корабля.

4. Потери топлива на испарении при заправке составляют до (% в час):

- 5;
- 10;
- 50;
- 90.

5. Потери топлива на испарении при его содержании в ракете составляет (% час)

- 0;
- 3;
- 10;
- 20.

6. Жидкий кислород для человека:

- не ядовит;
- частично ядовит;
- сильнейший яд;
- смертельно опасен

7. Из перечисленных ядовитыми свойствами не обладает:

- азотная кислота;
- фтор;
- жидкий кислород;
- четрехокись азота.

8. Гидразин – это соединение:

- водорода с азотом;
- азотной кислоты и керосина;
- уксусной кислоты и перекиси водорода;
- водорода и кислорода.

9. Основная составная часть порохов:

- кислород;
- азот;
- гидразин;
- нитраты целлюлозы.

10. Использовать в ракетном топливе жидкий кислород (O₂ж) предложено:

В.П. Глушко;
К.Э. Циолковским;
С.П. Королевым;
В. Зандером.

11. Формула К.Э. Циолковского определяющая скорость, до которой разгоняется летательный аппарат:

$$V = I \times \ln \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$$

$$V = I \times \ln \left(\frac{M_1 - M_2}{M_2} \right)$$

$$V = I \times \ln \left(\frac{M_1 - M_2}{M_3} \right)$$

$$V = I \times \lg \left(\frac{M_1 - M_2}{M_2} \right)$$

12. К высококипящим относятся окислители и горючие, которые могут содержаться в жидком состоянии при температурах ($^{\circ}\text{C}$) эксплуатации ракет под атмосферным или повышенным давлением:

ниже – минус 25;
до + 25;
до +100;
до +150.

13. Керосин в нормальных условиях при соприкосновении с обычными окислителями:

самовоспламеняется при нормальной температуре;
взрывается при температуре более + 30 $^{\circ}\text{C}$;
не воспламеняется;
замерзает при температуре более + 30 $^{\circ}\text{C}$.

14. Продукты сгорания истекают из сопел вниз, ракета поднимается вверх. Это явление объясняется:

первым законом И. Ньютона;
третьим законом И. Ньютона;
четвертым законом К.Э. Циолковского;
гравитацией.

15. По стандарту, распространяемому на кислород используемый, как элемент топлива в оборудовании летательных аппаратов и

средствах, системах и оборудовании наземного базирования, для типа I — газообразный, имеет маркировку:

A;
C;
B;
F

16. По стандарту, распространяемому на кислород используемый, как элемент топлива в оборудовании летательных аппаратов и средствах, системах и оборудовании наземного базирования, для типа II — жидкий, имеет маркировку:

A;
C;
B;
F

17. Окислителями являются:

жидкий кислород;
азотная кислота;
жидкий водород;
гептил.

18. Горючим является:

жидкий кислород;
азотная кислота;
жидкий водород;
гептил.

19. Основные положения действующих стандартов на компоненты ракетного топлива, используемого в оборудовании летательных аппаратов и средствах, системах и оборудовании наземного базирования изложены в:

ГОСТ Р ИСО 15859-...-2010;
ГОСТ Р ИСО 14305-2014;
ГОСТ Р ИСО 15705-2012;
ГОСТ Р ИСО 14205-2010.

20. Предельные значения содержания компонентов топлива, требования к методам отбора проб и методам анализа для контроля состава изложены в:

ГОСТ Р ИСО 15859-...-2010;
ГОСТ Р ИСО 14305-2014;
ГОСТ Р ИСО 15705-2012;
ГОСТ Р ИСО 14205-2010.

21. Температура в камере сгорания при использовании в качестве окислителя жидкого кислорода, выше у горючего:

жидкий водород;
керосин;
гидразин;
жидкий аммиак.

22. Температура кипения жидкого кислорода:

-270,55°C;
-182,98°C;
-20,32°C;
+25,8°C.

23. Температура кипения азотной кислоты:

-182,98°C;
-20,32°C;
+25,8°C;
+86°C.

24. В паре с жидким кислородом водород используется на нижних ступенях отечественных ракетополетов:

"Союз";
"Молния";
"Зенит";
"Энергия".

25. Различают заряды твердого топлива с поверхностью горения:

прогрессивной;
нейтральной;
дегрессивной;
изменяющейся ступенчато.

4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Что такое полная энтальпия?
2. Почему в ракетном двигателе не реализуется полный запас химической энергии ракетного топлива?
3. Каков механизм возбуждения и протекания процесса горения?
4. Объясните механизм возбуждения и протекания процесса детонации.
5. Назовите назначение, принципиальный состав, уровень энергетических характеристик воздушно-реактивных и гидрореактивных топлив.
6. Сформулируйте основные требования к газогенерирующим топливам и их принципиальный состав.
7. Назовите специфические требования к твердым лазерным и плазменным топливам, их принципиальный состав.
8. Каковы назначение и классификация пиротехнических составов?
9. Назовите основные компоненты воспламенительных составов.
10. Определите понятие "химическая стойкость ракетного топлива".
11. В чем заключается механизм действия стабилизаторов химической стойкости?
12. Что означает ПДД, в каких единицах она устанавливается?
13. Что входит в понятие "первичные и вторичные процессы радиолиза"?
14. Чем характеризуется пожаровзрывоопасность ракетных топлив?
15. Чем характеризуется экологическая опасность ракетных топлив?
16. Каковы теоретические предпосылки для сокращения времени испытаний на химическую стойкость ракетных топлив?
17. Каков физический смысл удельного импульса РТ?
18. От каких характеристик топлива зависит удельный импульс РТ?
19. На какие характеристики двигателя и ракеты влияют энергомассовые характеристики топлива?
20. Объясните принцип подачи компонентов топлива в двигатель и газогенератор.
21. Объясните принцип устройства и работы ЖРД.
22. Объясните принцип работы однокомпонентных газогенераторов.
23. В чем преимущество и недостатки насосной подачи компонентов топлива в ЖРД?
24. Перечислите элементарные процессы рабочего процесса в камере ЖРД.
25. Чем обусловлены специальные требования к ЖРТ?
26. Раскройте влияние физико-химических показателей компонентов ЖРТ на рабочий процесс в камере ЖРД.
27. Чем характеризуется и как влияет на работу двигательной установки кинетика превращения топлива?
28. В чем заключаются требования к ЖРТ по обеспечению подготовки к сгоранию топлив в камере двигателя?
29. Чем обеспечивается устойчивость сгорания топлив в камере двигателя?
30. Каковы способы и организация охлаждения стенок камеры двигателя компонентами топлива?
31. Какими характеристиками компонентов топлив оценивают охлаждаю-

- щие свойства?
32. В чем заключается особенность эксплуатации жидкого водорода?
 33. Какие мероприятия проводят для снижения потерь горючего при хранении?
 34. Для чего проводят каталитическую конверсию водорода?
 35. Дайте характеристику жидкому водороду как компоненту ЖРТ.
 36. С какой целью проводят гидрирование нефтяных фракций и синтез углеводородов?
 37. Для чего в горючее вводят этиловые эфиры этиленгликоля?
 38. Какие топлива принято характеризовать ТПЗВ?
 39. Какие нефтяные фракции предпочтительнее в составе ЖРТ?
 40. Какими преимуществами обладает НДМГ как компонент ЖРТ?
 41. Дайте экологическую характеристику гидразину и его производным.
 42. Каковы меры безопасной эксплуатации гидразинных горючих?
 43. Дайте характеристику гидразину как монотопливу.
 44. Каковы способы введения металлического горючего в ЖРТ?
 45. Назовите условия устойчивости тиксотропных систем.
 46. Назовите особенности свойств тиксотропных горючих.
 47. Каков принцип получения жидкого кислорода?
 48. Назовите способы снижения потерь жидкого кислорода при хранении.
 49. Что такое оксиликаиты?
 50. Назовите факторы, вызывающие разложение пероксида.
 51. Какие меры принимаются для сохранения окислителя от разложения?
 52. Назовите положительные качества пероксида водорода как компонента ЖРТ.
 53. Назовите особенность молекулярного строения азотно-кислотных окислителей.
 54. Как изменяются физико-химические свойства системы $\text{HNO}_3\text{-N}_2\text{O}_4\text{-H}_2\text{O}$ от ее состава?
 55. Дайте характеристику тетраоксиду азота как компоненту ЖРТ.
 56. Как изменяется цвет и коррозионная активность окислителя при добавлении NO ?
 57. Чем определяется соотношение между компонентами в топливах раздельной подачи?
 58. Какие характеристики топлива учитываются при выборе их для маршевых двигателей?
 59. Какие характеристики топлива учитываются при выборе для ЖРДМТ и газогенераторов?
 60. Покажите взаимосвязь физико-химических свойств компонентов ЖРТ с условиями их хранения.
 61. Почему жидкий водород хранят в герметичных резервуарах, а жидкий кислород - в открытых?
 62. Назовите компоненты, хранящиеся в резервуарах из легированной стали, алюминиевых сплавов.
 63. Каковы условия транспортирования компонентов ЖРТ?

64. Какие меры предосторожности применяются при транспортировании ЖРГ?
65. Назовите виды и способы нейтрализации компонентов ЖРТ.
66. Каковы условия применения частичной и полной нейтрализации ракетно-космической техники?
67. Обоснуйте назначение, принципиальный состав и основные характеристики пироксилиновых порохов.

Приложение 2

**Методические указания для обучающихся по освоению
дисциплины (модуля)**

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛО-
ГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«РАКЕТНЫЕ ТОПЛИВА»**

Специальность: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно–космических комплексов»

Специализация №21: «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

**Королёв
2023**

1. Общие положения

Цель дисциплины:

- формирование у обучающихся понятий вопросов предназначения основных, пусковых и вспомогательных жидких ракетных топлив;
- формирование у обучающихся понятий вопросов распространения одно-, двух- и трехкомпонентных топлив;
- формирование понятий влияния окислителя на особенности характеристик топлива;
- изучение характеристик твёрдых ракетных топлив, смесевых топлив и горюче-связывающих веществ смесевых топлив, ядерных (атомных) и других перспективных топлив;
- формирование у обучающихся понятий вопросов безопасности применения, утилизации и вторичной переработки ракетного топлива и его отходов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами создания ракетного топлива в истории развития ракетной техники;
- освоение обучающимися навыков формирования системного подхода последовательности решения поставленной проблемы по определению внешнего облика изделий, систем, механизмов и агрегатов, входящих в структуру комплексов;
- формирование у обучающихся навыков применения нормативной базы вопросов безопасности применения, утилизации и вторичной переработки ракетного топлива и его отходов.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие 1

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: Введение.

Содержание практического занятия: Основные этапы истории развития ракетной техники и применяемого топлива.

Цель работы: ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами создания ракетного топлива в истории развития ракетной техники

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 2

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое об-

суждение результатов.

Тема: виды химических превращений ракетных топлив.

Содержание практического занятия: Полные энтальпии некоторых продуктов сгорания ракетных топлив. Виды взрывчатых превращений. Процессы горения и детонации

Цель работы: изучить наиболее важное требование к топливам - максимальное выделение энергии.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 3

Вид практического занятия: решение ситуационных задач.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: элементы теории движения ракет.

Содержание практического занятия:

расчет массы топлива, необходимого для достижения ракетой заданной характеристической скорости, при заданных массе полезного груза и значении удельного импульса. Стартовая масса многоступенчатой ракеты.

Цель работы: научиться использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин, овладеть культурой мышления и знанием его общих законов, понимать особенности инженерно-технического подхода к профессиональным проблемам

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 4

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: основные термины и определения, относящиеся к понятию ракетные топлива.

Содержание практического занятия: реактивные топлива, воздушно-реактивные топлива, Топлива специального назначения.

Цель работы: овладеть знанием устройства, порядка функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 5

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: технические требования к ракетному топливу.

Содержание практического занятия: требования к ракетным топливам независимо от природы вытекают в соответствии с их назначением из принципа реактивного движения, условий функционирования ракетного двигателя, эксплуатации ракетного комплекса. Подразделение общих требований на энергетические (энергомассовые), эксплуатационные и производственно-экономические.

Цель работы: овладеть знанием устройства, порядка функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов, технологических операций с их применением.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 6

Вид практического занятия: практическое занятие в форме деловой игры.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов.

Содержание практического занятия: Анализ компонентов ракетного топлива на примере 5-ой версии системы *STATISTICA*.

Цель работы: экспериментально с помощью компьютерного моделирования изучить виды ракетного топлива, которое представляет собой комбинацию окислителя, горючего и связывающего вещества.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие 7

Вид практического занятия: тестирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: тест на выявление уровня освоения теоретических знаний.

Содержание практического занятия Задания 2-х типов: 1 тип - выбор одного варианта ответа из предложенных, 2 тип - выбор нескольких вариантов ответов из предложенных. Ответы на тестовые задания предполагают использование, как письменного варианта ответа, так и автоматизированной системы (соответствующего программного обеспечения) тестовой оценки знаний

Цель работы: оценить уровень теоретических и практических знаний, полученные обучающимися.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие 8

Вид практического занятия: практическая работа в группе.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: окислители и горючие.

Содержание практического занятия: с помощью обучающих программ прикладной инженерии- KSP выполнить расчет ракеты-носителя.

Цель работы: научиться работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения.

Продолжительность занятия– 4/2 ч.

Практическое занятие 9

Вид практического занятия: практическая работа в группе.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: твердые ракетные топлива.

Содержание практического занятия: рассмотреть химические и физические реакции, наблюдающиеся в процессах горения смесевых ракетных топлив, рассмотреть базовые закономерности процессов горения и разложения композитных веществ. Сформулированы подходы к численному моделированию

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 10

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: Вопросы стандартизации и контроля качества, относящиеся к понятию ракетное топливо.

Содержание практического занятия:

Цель работы: подготовить обучающихся в соответствии с технической документацией проводить работы по обследованию зданий и сооружений, а также ремонтно-восстановительные работы на стартовом и техническом комплексах.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 11

Вид практического занятия: реферат.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: беседы с обучающимися по представленным темам реферата. Реферат, представляющий собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т. е. краткий обзор основного содержания этих книг.

Цель работы: получить практические навыки в написании рефератов по ГОСТу.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 12

Вид практического занятия: презентация группового доклада.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Цель работы: получить практические навыки в составлении презентации.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие 13

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема: экологическая безопасность при работе с ракетными топливами. Содержание практического занятия: Средства индивидуальной защиты. Общеовойсковой защитный комплект (ОЗК): комплектация, размеры, использование, нормативы надевания. Костюм защитный Л-1: применение, комплектация, нормативы одевания.

Цель работы: получить практические навыки в применении средств индивидуальной защиты. Выполнение нормативов по их одеванию. Сформировать навыки применения нормативной базы вопросов безопасности применения, утилизации и вторичной переработки ракетного топлива и его отходов.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Выполнение лабораторного практикума учебным планом не предусмотрено.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: подготовить специалистов к самостоятельному научному творчеству.

Задачи самостоятельной работы:

1) закрепить способность обучающихся в самостоятельном изучении научной литературы, умении уяснить сущность изучаемого вопроса, формулировать выводы;

2) систематизировать знания в области анализа и моделирования бизнес-процессов;

3) овладеть навыками подготовки докладов и электронных презентаций.

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение. Темы 1-13	Изучение открытых источников
2	Подготовка к практическим занятиям Темы 1-13	Изучение открытых источников
3	Подготовка докладов Темы 1-10	Изучение открытых источников при подготовке доклада на выбранную тему. Примерные темы докладов 1. Основные этапы истории развития ракетной техники и применяемого топлива. 2. Характеристики жидких ракетных топлив современных ракет и ракетно-космических комплексов. 3. Окислители жидких ракетных топлив. 4. Горючие жидких ракетных топлив. 5. Характеристики твёрдых ракетных топлив. 6. Перспективные ракетные топлива современных ракет и ракетно-космических комплексов. 7. Экологическая безопасность при работе с ракетным топливом и его компонентами.
4	Выполнение практических заданий Темы 1-6	1. Примеры, поясняющие принцип движения ракеты. 2. Пример расчета массы одноступенчатой ракеты. 3. Пример расчета массы двухступенчатой ракеты. 4. Пример расчета массы трехступенчатой ракеты. 5. Пример расчета массы четырехступенчатой ракеты. 6. Пример расчета массы пятиступенчатой ракеты. 7. Презентация-группового доклада.

Объем времени на самостоятельную работу, и виды самостоятельной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Объем времени и виды самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Очная форма обучения/очно-заочная форма обучения
	Всего академических часов
Всего часов на самостоятельную работу	60/80
Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	15/20
Подготовка к практическим занятиям	15/20
Подготовка докладов	15/20
Выполнение практических заданий	15/20

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:

1. Механизм возбуждения и протекания процесса горения.
2. Механизм возбуждения и протекания процесса детонации.
3. Назначение, принципиальный состав, уровень энергетических характеристик воздушно-реактивных и гидрореактивных топлив.
4. Специфические требования к твердым лазерным и плазменным топливам, их принципиальный состав.
5. Назначение и классификация пиротехнических составов.
6. Механизм действия стабилизаторов химической стойкости.
7. Теоретические предпосылки для сокращения времени испытаний на химическую стойкость ракетных топлив.
8. Принцип подачи компонентов топлива в двигатель и газогенератор.
9. Экологическая опасность ракетных топлив.
10. Устойчивость сгорания топлив в камере двигателя.
11. Преимущество и недостатки насосной подачи компонентов топлива в ЖРД.
12. Особенности эксплуатации жидкого водорода.
13. Нефтяные фракции предпочтительнее в составе ЖРТ.
14. Способы снижения потерь жидкого кислорода при хранении.
15. Компоненты, хранящиеся в резервуарах из легированной стали, алюминиевых сплавов.
16. Назначение, принципиальный состав и основные характеристики пироксилиновых порохов.
17. Характеристики топлива, учитываемые при выборе их для маршевых двигателей.
18. Условия транспортирования компонентов ЖРТ.
19. Виды и способы нейтрализации компонентов ЖРТ.
20. Условия применения частичной и полной нейтрализации ракетно-космической техники.

Примерные темы докладов с презентацией

1. Эксплуатационные требования к ракетным топливам.
2. Производственно-экономические требования к ракетным топливам
3. Механизм возбуждения и протекания процесса горения.
4. Виды и способы нейтрализации компонентов ЖРТ.
5. Условия применения частичной и полной нейтрализации ракетно-космической техники.

5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, заочной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2...4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т. п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению

Объем контрольной работы – 10...12 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Работа с опасными веществами и компонентами ракетного топлива : учебное пособие / А. А. Фатина, В. Н. Лебедев, А. П. Киселёв, Д. С. Маслобоев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 30 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121864> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Конструкция и проектирование изделий ракетно-космической техники. Основы проектирования ракет-носителей / В. И.; Куренков В.И., Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Самара: Изд-во СГАУ, 2012. - 304с. <http://rucont.ru/efd/230123>.
3. Ерохин, Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей : учебник / Б. Т. Ерохин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1720-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168767> (дата обращения: 22.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Топлива и рабочие тела ракетных двигателей. Учебное пособие для авиационных вузов. М., «Машиностроение», 1976. – 304 с.
2. Цуцуран В. И., Петрухин Н. В., Гусев С. А. Военно-технический анализ состояния и перспективы развития ракетных топлив: Учеб. - М.: МО РФ, 1999 - 332 с.
3. Белов, В. П. Внутрикамерные процессы в ракетных двигателях на твёрдом топливе : учебное пособие / В. П. Белов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122042> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Дорофеев, А. А. Исследование влияния соотношения компонентов топлива на параметры ракетного двигателя : методические указания / А. А. Дорофеев, Ю. В. Антонов ; под редакцией А. А. Дорофеева. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 47 с. — ISBN 978-5-7038-4857-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172721>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Теория горения и взрыва: практикум: Учебное пособие / В.А. Девисиллов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева. - 2 изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-00091-006-1, <http://znanium.com/bookread2.php?book=489498>.

Интернет-ресурсы:

1. Информационно - правовой сервер ГАРАНТ - <http://www.garant.ru>
2. Общероссийская сеть распространения правовой информации Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru>
3. <http://sk.ru/foundation/space/> - Кластер «Космические технологии и телекоммуникации»
4. <http://www.gost.ru/wps/portal/> - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
5. <http://standard.gost.ru/wps/portal/> - Портал Росстандарта по стандартизации
6. <http://tk.gost.ru/wps/portal/> - Портал технических комитетов Росстандарта
7. <http://iso.gost.ru/wps/portal/> - Портал по международной стандартизации
8. <http://iec.gost.ru/wps/portal/> - Портал Международной электротехнической комиссии (МЭК; англ. International Electrotechnical Commission, IEC)
9. <http://wto.gost.ru/wps/portal/> - Информационный портал ВТО
10. <http://www.easc.org.by/> - Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации
11. www.znaniy.com - Электронно-библиотечная система Znaniy.com.
12. <http://eup.ru/catalog/all-all.asp> – научно-образовательный портал.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Интернет-ресурсы:

<http://www.biblioclub.ru/>
<http://www.rucont.ru/>
<http://www.znaniy.com/>
<http://www.book.ru/>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru/>
<http://ies.unitech-mo.ru/>
www.unitecch-mo.ebookcentral.proquest.com

8. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: *MSOffice, Maple, AIFusionProcessModeler, RAMUS.*

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «МГОТУ»

2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Ракетные топлива».