



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**

**«ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ»**

**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.

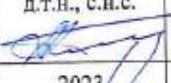
**Автор:** к.т.н. Сабо С.Е. Рабочая программа дисциплины: «Инновационные материалы и аддитивные технологии в ракетной технике» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

**Рецензент:** д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

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 (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ 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 (переутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ 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 эксплуатационных материалов ракетно-космической техники;
2. Овладение знанием устройства, порядка функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов, технологических операций с их применением
3. Изучение состава, структуры, объемно-компоновочных схем объектов наземного ракетно-космического комплекса;
4. Формирование у обучающихся способности разрабатывать мероприятия по охране труда и экологической безопасности

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

**Профессиональные компетенции:**

ПК-2. Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части;

ПК-6. Способность разработки технологических процессов сборки и испытаний агрегатов и систем с применением средств автоматизированного проектирования;

ПК-7. Способность внедрять в производство технологические процессы сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ;

**Основными задачами** дисциплины являются:

1. Ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами применения эксплуатационных материалов в ракетно-космической технике;
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 у обучающихся навыков применения нормативной базы мероприятия по охране труда и экологической безопасности.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен:

**Основными задачами** дисциплины являются:

Познание природы и свойств металлических и неметаллических материалов для наиболее эффективного использования их в технике;

**Трудовые действия:**

- Проведение экспериментальных и опытных работ по внедрению технологических процессов сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ, оснастки, оборудования в составе комиссии.
- Владеть отработкой конструкции изделий на технологичность с оформлением карт отработки.
- Проведение анализа вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

#### **Необходимые умения:**

- Уметь оформлять акты внедрения технологического процесса сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ.
- Уметь формулировать вопросы и заносить их в журнал конструктивных замечаний.
- Уметь читать конструкторскую документацию
- Уметь работать с программными средствами общего и специального назначения.

#### **Необходимые знания:**

- Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.
- Знать основы систем автоматизированного проектирования.
- Знать: технические требования к КД. НД организации в части отработки КД на технологичность, по внедрению и аттестации технологических процессов.
- Знать современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий РКТ
- Знать: Конструкция изделия РКТ.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

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

Дисциплина реализуется кафедрой «Техники и технологии».

Дисциплина «Инновационные материалы и аддитивные технологии в ракетно-космической технике» базируется на ранее полученных знаниях, приобретенных в процессе изучения дисциплин: «Теоретическая механика», «Материаловедение», «Соппротивление материалов» и ранее частично изученные компетенции УК-8, ОПК- 1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-6, ПК-7.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Инновационные материалы и аддитивные технологии в ракетно-космической технике», являются базовыми при прохождении преддипломной практики, подготовке выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся по очной форме обучения составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

Преподавание дисциплины для обучающихся по очной форме ведется на 5 курсе, в А-ом семестре. Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – экзамен.

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся по очно-заочной форме обучения составляет 4 зачетных единицы, 144 часов на 6 курсе в С-семестре. Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – экзамен.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр 9	Семестр А	Семестр В	Семестр С
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>		<b>144</b>		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>		<b>48</b>		
Лекции (Л)	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	32		32		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>96</b>		<b>96</b>		
Курсовые работы (проекты)	-		-		
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+		+		
<b>Текущий контроль знаний</b>	<b>Тест</b>		<b>+</b>		
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен /зачет</b>		<b>Экзамен</b>		
<b>ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>32</b>				<b>32</b>
Лекции (Л)	16				16
Практические занятия (ПЗ)	16				16
Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>112</b>				<b>112</b>
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+				+-
<b>Текущий контроль знаний</b>	<b>Тест</b>				<b>+</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Экзамен /зачет</b>				<b>Экзамен</b>

## 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	Заня- тия в интер- акт. форме, час очн/очн -заоч	Практич еская подготов ка, час Очная /заочная форма	Код компе- тенций
Тема 1. Особенности, современное состояние и перспективы развития производства РКТ. Приоритетные технологии создания ракетно-космической техники нового поколения, перечень критических технологий РФ	1/1	1/1	1/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 2. Конструктивно-технологические особенности РКТ, силовых агрегатов и систем. Особенности организации производства инновационной наукоемкой продукции	1/1	1/1	-		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 3. Приоритетные технологии создания ракетно-космической техники нового поколения, перечень критических технологий РФ. Тенденции развития технологий РКТ. Критические технологии развития производства РКТ. Состояние исследований и разработок в области критической технологии «Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения». Ключевые технологии в производстве РКТ.	1/1	2/1	1/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 4. Прогрессивные технологии заготовительного производства и получения неразъемных соединений. Новые материалы, применяемые в производстве РКТ. Требования к теплонапряженным узлам и деталям АКТ и применяемые для их изготовления материалы. Свойства и особенности основных групп материалов, используемых в авиа- и . Новые перспективные материалы авиа- и ракетостроения.	1/1	2/1	1/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 5. Инновационные технологии заготовительного . Современное литейное производство . Новые технологии получения заготовок методами обработки давлением .Прогрессивные технологии раскроя листового материала .	1/1	2/1	1/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 6. Прогрессивные технологии получения неразъемных соединений . Диффузионная сварка деталей. Элек-	1/1	2/1	-/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7

троннолучевая сварка. Сварка трением.					
Тема 7. Прогрессивные технологии механической и физико-химической обработки в размерной обработке и формообразования деталей сложных пространственных форм.	2/2	2/1	-/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 8. Новые технологии физико-химической обработки. Электроэрозионная размерная обработка и формообразование. Электроэрозионная размерная обработка. Электроэрозионная проволочная вырезка. Электроэрозионное объемное копирование и прошивка профилированными электродами. Электроэрозионное фрезерование. Электрохимическая обработка (ЭХО) сложных фасонных поверхностей	2/2	2/1	-/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 9. Ультразвуковая обработка Обработка излучением лазера. Электроннолучевая обработка материалов.	2/2	2/1	-/1		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 10. Обработка отверстий малого диаметра. Электроннолучевой способ получения отверстий малого диаметра. Лазерная прошивка. Электрохимическая прошивка отверстий малого диаметра. Ультразвуковое сверление. Электроэрозионная прошивка отверстий.	1/1	4/1	-		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 11. Технологические методы обеспечения эксплуатационных свойств и ресурса деталей и узлов РКТ. Технологии поверхностного упрочнения. Упрочнение без изменения химического состава поверхностного слоя. Поверхностное пластическое. Поверхностное закаливание. Лазерное упрочнение. Упрочнение холодом	1/1	4/2	-		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 12. Технологии физико-химического модифицирования поверхности. Ионная имплантация (легирование). Электроискровое легирование. Лазерное, электроннолучевое легирование и легирование в высокотемпературной плазме. Химическое. Обработка в электролитной плазме. Комбинированные способы упрочнения и решаемые их применением технологические задачи. Финишная обработка деталей свободным абразивом.	1/1	4/2	-		ПК-2; ПК-6; ПК-7
Тема 13. Аддитивные технологии и технологии быстрого прототипирования.	1/1	4/2	-		ПК-2; ПК-6; ПК-7
<b>Итого:</b>	<b>16/16</b>	<b>32/16</b>	<b>4/8</b>		

## 4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Особенности, современное состояние и перспективы развития производства ркт. Приоритетные технологии создания ракетно-космической техники нового поколения, перечень критических технологий рф

Тема 2. Конструктивно-технологические особенности РКТ, силовых агрегатов и систем. Особенности организации производства инновационной наукоемкой продукции

Тема 3. Приоритетные технологии создания ракетно-космической техники нового поколения, перечень критических технологий РФ. Тенденции развития технологий РКТ. Критические технологии развития производства РКТ. Состояние исследований и разработок в области критической технологии «Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения». Ключевые технологии в производстве РКТ.

Тема 4. Прогрессивные технологии заготовительного производства и получения неразъемных соединений. Новые материалы, применяемые в производстве РКТ. Требования к теплонапряженным узлам и деталям АКТ и применяемые для их изготовления материалы. Свойства и особенности основных групп материалов, используемых в авиа- и . Новые перспективные материалы авиа- и ракетостроения.

Тема 5. Инновационные технологии заготовительного . Современное литейное производство . Новые технологии получения заготовок методами обработки давлением .Прогрессивные технологии раскроя листового материала .

Тема 6. Прогрессивные технологии получения неразъемных соединений . Диффузионная сварка деталей. Электроннолучевая сварка. Сварка трением.

Тема 7. Прогрессивные технологии механической и физико-химической обработки в размерной обработке и формообразования деталей сложных пространственных форм.

Тема 8. Новые технологии физико-химической обработки. Электроэрозионная размерная обработка и формообразование. Электроэрозионная размерная обработка. Электроэрозионная проволочная вырезка. Электроэрозионное объемное копирование и прошивка профилированными электродами . Электроэрозионное фрезерование. Электрохимическая обработка (ЭХО) сложных фасонных поверхностей

Тема 9. Ультразвуковая обработка Обработка излучением лазера. Электроннолучевая обработка материалов.

Тема 10. Обработка отверстий малого диаметра. Электроннолучевой способ получения отверстий малого диаметра. Лазерная прошивка. Электрохимическая прошивка отверстий малого диаметра. Ультразвуковое сверление. Электроэрозионная прошивка отверстий.

Тема 11. Технологические методы обеспечения эксплуатационных свойств и ресурса деталей и узлов РКТ. Технологии поверхностного упрочнения. Упрочнение без изменения химического состава поверхностного слоя.

Поверхностное пластическое. Поверхностное закаливание. Лазерное упрочнение. Упрочнение холодом

Тема 12. Технологии физико-химического модифицирования поверхности. Ионная имплантация (легирование). Электроискровое легирование. Лазерное, электроннолучевое легирование и легирование в высокотемпературной плазме. Химическое. Обработка в электролитной плазме.

Комбинированные способы упрочнения и решаемые их применением технологические задачи. Финишная обработка деталей свободным абразивом.

Тема 13. Аддитивные технологии и технологии быстрого прототипирования.

## **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 «Ракетное топливо» приведена в Приложении 1.

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

### **Основная литература:**

1. 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](http://rucont.ru/efd/230123)

2. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144008> (дата обращения: 02.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Физико-химические основы технологических процессов и обработки конструкционных материалов: Уч. пос./

3. Р.Г. Тазетдинов. - 2-е изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. [http:// znanium.com/catalog.php?bookinfo=416469](http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416469)

### **Дополнительная литература:**

1. Введение в ракетно-космическую технику. Общие сведения: учебное пособие для студентов и аспирантов смежных специальностей Ч. 1-3 / А. П.

- Аверьянов, Л.Г. Азаренко, Г.Г. Вокин, Н.А. Кашеев, Л.А. Манчева, В.С. Чаплинский. - Королев МО\ : КИУЭС, 2011. Библиотека «МГОТУ».
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. Проектирование транспортных средств специального назначения: учеб. пособие / Е.В. Воробьев, О.Е. Денисов, В.И. Кузнецов; под ред. А.Н. Со-вы. - М.: МАДИ, 2014. - 96 с.
  4. 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). (пе-реплет) ISBN 978-5-00091-006-1, http://znanium.com/bookread2.php?book=489498.

### **Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ»:**

1. <http://biblioclub.ru/index.php>- библиоклуб (университетская библиоте-ка);
2. <http://www.znaniy.com> - электронно-библиотечная система Znaniy.com!;
3. <http://e.lanbook.com> - электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
4. <http://www.rucont.ru/> - Национальный цифровой ресурс Руконт - межот-раслевая электронная библиотека (ЭБС);
5. <http://www.polpred.com/> - ООО "ПОЛПРЕД Справочники".

### **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 Кон-сультант Плюс - <http://www.consultant.ru> .
3. <http://sk.ru/foundation/space/> - Кластер «Космические технологии и те-лекоммуникации».
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 стандартиза-ции.
6. <http://tk.gost.ru/wps/portal/> - Портал технических комитетов Росстандар-та.
7. <http://iso.gost.ru/wps/portal/> - Портал по международной стандартизации.
8. <http://iec.gost.ru/wps/portal/> - Портал Международной электротехниче-ской 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.znaniium.com](http://www.znaniium.com) - Электронно-библиотечная система Znaniium.com.
12. <http://eup.ru/catalog/all-all.asp> – научно-образовательный портал.
13. <http://www.plesetzk.ru> - космодром «Плесецк».
14. <http://vostokdrom.ru>- космодром «Восточный».
15. <http://www.cosmos-online.ru/vnutri-mks.html>- 3D виртуальная экскурсия по Международной Космической Станции.
16. <http://www.cosmos-online.ru>
17. <http://www.roscosmos.ru> – Государственная корпорация по космической деятельности "РОСКОСМОС".

## **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, 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 7, AIFusion Process Modeler, RAMUS, рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АДДИТИВНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ »**

**Специальность:** 24.05. «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. 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-2	Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части.	Темы 1-13	Проведение анализа вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.	Выполнять расчеты с использованием специализированного ПО.	Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.  Знать основы систем автоматизированного проектирования
2	ПК-6	Способность разработки технологических процессов сборки и испытаний агрегатов и систем с применением средств автоматизированного проектирования	Темы 1-13	Оформлять технологическую документацию. Определять маршрут сборки и последовательность выполнения операций.	Уметь читать конструкторскую документацию Уметь работать с программными средствами общего и специального назначения	Знать: Конструкция изделия РКТ. Единая система технологической документации (ЕСТД) и НД организации по правилам разработки и оформления технологических процессов.
	ПК-7	Способность внедрять в производство технологические процессы сборки и испытаний изделий и аг-	Темы 1-13	Проведение экспериментальных и опытных работ по внедрению технологических про-	Владеть отработкой конструкции изделий на технологичность с оформлением карт от-	Знать: технические требования к КД. НД организации в части отработки КД на техно-

		регатов РКТ		цессов сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ, оснастки, оборудования в составе комиссии	работки. Уметь формулировать вопросы и заносить их в журнал конструктивных замечаний.	логичность, по внедрению и аттестации технологических процессов. ПК-7.6 знать современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий РКТ
--	--	-------------	--	--	---	---

## 2. 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-2; ПК-6; ПК-7	Задачи	<p>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</li> <li>2. Умение применить выбранный метод (1 балл).</li> <li>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчетах (1 балл).</li> <li>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</li> <li>5. Задача не решена вообще (0 баллов).</li> </ol> <p>Максимальная оценка - 5 баллов.</p>
ПК-2; ПК-6; ПК-7	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"> <li>• компетенция</li> </ul>	<p>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру - 30 минут. Неявка — 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Неудовлетворительно</p>

		освоена на продвинутом уровне - 70% правильных ответов; • компетенция освоена на базовом уровне - от 51% правильных ответов; В) не сформирована (компетенция не сформирована) - менее 50% правильных ответов	- менее 50% правильных ответов. Удовлетворительно - от 51 % правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично - от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
--	--	--	---

### **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**

- методы проектирования летательных аппаратов нетрадиционных компоновочных схем;
- многоцелевое управление пограничным слоем;
- жидкостные ракетные двигатели;
- ракеты-носители и разгонные блоки;
- экспериментальные образцы аппаратуры спектрофотометрической диагностики;
- образцы аппаратуры измерения концентрации конденсированной фазы в генераторном газе;
- наземный прототип фурье-спектрометра;
- применение композиционных керамических, угле-, стекло- или органических (и т.п.) для вновь разрабатываемых ракетно-космических и военных изделий рассматривается как безальтернативный путь повышения энергомассовых характеристик ракетных систем и обеспечения их работоспособности и надежности;
- шар-баллоны для хранения сжатого гелия в лунном модуле из композиционных материалов на основе армированного волокна «Кевлар-49»;
- безредукторные высокооборотные и низкооборотные электроприводы и системы электропитания для транспортных средств;
- разработка технологий, методов расчета и проектирования безредук-

торных высокооборотных и низкооборотных электроприводов и систем электропитания для транспортных средств;

-технология изготовления и обработки изделий и конструкций для получения повышенной водонепроницаемости, морозостойкости и трещиностойкости;

-методы расчета и проектирования конструкций изделий РКТ;

-технология изготовления и обработки изделий и конструкций для получения повышенной водонепроницаемости, морозостойкости и трещиностойкости;

-методы расчета и проектирования конструкций КА;

- технология создания двигателя для высокоскоростного транспорта для скоростей движения свыше 350 км/ч;

-методы компьютерного моделирования кинетики термомеханических процессов и структурных превращений в элементах машиностроительных конструкций;

-методы расчета эксплуатационных показателей безопасности и прогнозирование их значений;

-методы идентификации опасных дестабилизирующих факторов;

-методы анализа безопасности: апостериорные, априорные и комбинированные;

-методы оценки потерь и ущербов от переходов ОТП в опасные состояния;

-технология изготовления и обработки элементов конструкций транспортных средств нового поколения для получения их повышенной прочности, долговечности и безопасности при эксплуатации.

### **Примерная тематика контрольного задания**

1. Характеристика эксплуатационных материалов.
2. Классификация эксплуатационных материалов, их назначение и обозначение.
3. Эксплуатационные материалы РКТ: горючесмазочные материалы, специальные жидкости и сжатые газы.
4. Назначение, ассортимент, состав, маркировка, основные эксплуатационные свойства эксплуатационных материалов РКТ.
5. Элементы кинетики химических реакций в ракетных топливах. Воспламенение и горение смесей.
6. Термодинамические параметры компонентов топлив и продуктов их горения.
7. Экспериментальные методы исследования процесса горения: дифференциальный термический и калориметрический анализы и др.
8. Охлаждающий агент двигателя.

9. Клиническая картина отравления компонентами ракетного топлива.
10. Эксплуатационные и производственно-экономические требования к ракетным топливам.
11. Классификация жидких реактивных топлив.
12. Двухкомпонентные жидкие топлива: окислитель и горючее.
13. Самовоспламеняющиеся и несамовоспламеняющиеся двухкомпонентные топлива.
14. Жидкие однокомпонентные топлива.
15. Температура кипения топлива: высококипящие и низкокипящие.
16. Преимущества и недостатки жидких топлив.
17. Некоторые виды окислителей: их особенности, основные свойства и способы получения.
18. Некоторые виды горючих: их особенности, основные свойства и способы получения.
19. Классы твердых ракетных топлив.
20. Горючее-связующее твердых ракетных топлив.
21. Соотношение горючих и твердых составляющих.
22. Наиболее распространенные виды твердых топлив, и технология их производства.
23. Преимущества и недостатки этих топлив.
24. Смазочные материалы для РКТ.
25. Проведение испытаний компонентов ракетного топлива, горючесмазочных материалов, специальных жидкостей и сжатых газов

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Инновационные материалы и аддитивные технологии в ракетной технике» 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
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	тестирование	ПК-2,6,7	Тест на выявление уровня освоения теоретических знаний. Задания 2-х типов: 1 тип - выбор одного варианта от-	Ответы на тестовые задания предполагают использование как письменного варианта ответа, так и автоматизи-	Результаты тестирования представляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Оценка осуществляется по пятибалльной системе. Менее 50% пра-

			вета из предложенных, 2 тип - выбор нескольких вариантов ответов из предложенных	рованной системы (соответствующего программного обеспечения) тестовой оценки знаний.		вильных ответов 0 баллов, 51% -60% - 1 балл, 61% -70% - 2 балла, 71% -80% - 3 балла, 81% -89% - 4 балла, 90% -100% - 5 баллов
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	реферат	ПК-2,6,7	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 основных источников по теме (как правило, при разработке реферата используются не менее 8—10 различных источников);• составление библиографии;• обработка и систематизация информации;• разработка плана реферата;• написание реферата.	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 представлен связно, логично и грамотно ((1 балл)); оформление в соответствии с требованиями ГОСТ (1 балл)
<i>Проводится в сроки, установленные графиком</i>	Презентация группового доклада	ПК-2,6,7	Презентация группового доклада, представля-	Работа над презентацией включает в себя сле-	16-17	Баллы, выстав-ляемые докладчику и со-докладчиком:

<i>учебного процесса</i>			ет собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг.	<p>дующие этапы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию;</li> <li>• подбор и изучение основных источников по теме (как правило, при разработке доклада используются не менее 8—10 различных источников);</li> <li>• составление библиографии;</li> <li>• обработка и систематизация информации;</li> <li>• разработка плана доклада;</li> <li>• представление доклада</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• сообщил новую информацию (1 балл)</li> <li>• использовал технические средства (1 балл)</li> <li>• знает и хорошо ориентируется в содержании всего доклада (1 балл)</li> <li>• умеет дискутировать и быстро отвечает на вопросы (1 балл)</li> <li>• четко выполняет установленный регламент: докладчик - 10 мин.; содокладчики - 5 мин.; дискуссия - 10 мин. (1 балл)</li> </ul>
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Экзамен	ПК-2,6,7	3 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	<p><b>Критерии оценки:</b></p> <p><b>3 (удовлетворительно)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> </ul> <p><b>4 (хорошо)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение ис-</li> </ul>

						<p>пользовать и применять полученные знания на практике;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работа на практических занятиях;</li> </ul> <p><b>5 (отлично)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов</li> </ul> <p><b>«Неудовлетворительно»</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> </ul> <p>не отвечает на вопросы.</p>
--	--	--	--	--	--	---

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 зависимости от назначения и условий работы смазочные материалы бывают...**

твёрдыми;  
жидкими;  
газообразными;  
воздушными.

**2. К твердым смазочным материалам относятся...**

графит;  
дисульфид молибдена;  
расплавленные металлы;  
углекислый газ

**3. Совокупность всех действий людей и орудий производства, связанных с переработкой сырья и полуфабрикатов в заготовки, готовые детали, сборочные единицы и готовые изделия на данном предприятии, называется:**

- 1) производственным процессом;
- 2) вспомогательным процессом;
- 3) технологическим процессом;
- 4) общим процессом.

**4. Часть операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы, называется:**

- 1) позицией;
- 2) установом;
- 3) переходом;
- 4) проходом.

**5. На фрезерно-центровальной операции:**

- 1) один переход;
- 2) два перехода;
- 3) три перехода;
- 4) четыре перехода.

**6. Для крупносерийного производства коэффициент закрепления операций  $K_{з.о.}$  равен:**

- 1) 0
- 2) 1...10
- 3) 10...20
- 4) 20...40

**7.В массовом типе производства используется оборудование:**

- 1) универсальное;
- 2) переналаживаемое;
- 3) специализированное;
- 4) специальное.

**8.Для обработки заготовок из сталей используют твердосплавные материалы:**

- 1) 9ХС;
- 2) Р6М3;
- 3) ВК10;
- 4) Т15К6.

**9.К титановольфрамовым твердым сплавам относятся:**

- 1) ВК6;
- 2) ВК6В;
- 3) Т5К10;
- 4) ТТ7К12.

**10.Содержание карбида вольфрама в твердом сплаве Т30К4 составляет:**

- 1) 30%;
- 2) 4%;
- 3) 66%;
- 4) 34%.

**11.Для изготовления мелких режущих инструментов, работающих при малых скоростях резания, используют углеродистые стали:**

- 1) У10А;
- 2) ХВГ;
- 3) Р18;
- 4) Р6М3.

**12.Литьем можно получить заготовки из материала:**

- 1) Ст2;
- 2) 12ХН3А;
- 3) Сталь 40Х;
- 4) С4 32-52.

**13.При обработке на токарном станке движение подачи это:**

- 1) вращение заготовки;
- 2) поступательное движение резца;
- 3) вращение режущего инструмента;
- 4) движения заготовки.

12. Глубина резания при наружном точении рассчитывается по формуле:

1.  $t = \frac{D_{\text{заготовки}} - D_{\text{детали}}}{2}$  ;
2.  $t = D_{\text{заготовки}} - D_{\text{детали}}$  ;
3.  $t = \frac{D_{\text{детали}} - D_{\text{заготовки}}}{2}$  ;
4.  $t = D_{\text{детали}} - D_{\text{заготовки}}$ .

13. При работе на токарном станке канавку можно проточить:

- 1) проходным резцом;
- 2) подрезным резцом;
- 3) отрезным резцом;
- 4) фасочным резцом.

14. При обработке глубоких отверстий используют:

- 1) кольцевое сверление;
- 2) глубокое сверление;
- 3) сливное сверление;
- 4) ступенчатое сверление.

15. Нежесткими называются валы, у которых:

- 1)  $\frac{\ell}{d} > 10$ ;
- 2)  $\frac{\ell}{d} > 5$ ;
- 3)  $\frac{\ell}{d} > 3$ ;
- 4)  $\frac{d}{\ell} > 4$ .

16. Зубчатые колеса могут быть обработаны:

- 1) цилиндрическими фрезами;
- 2) кольцевыми фрезами;
- 3) дисковыми фрезами;
- 4) червячными фрезами.

17. Фрезерование пазов сегментных шпонок производится:

- 1) пальцевыми фрезами;
- 2) специальной двухперовой кольцевой фрезой;
- 3) дисковой фрезой;
- 4) специальной дисковой фрезой с концевым креплением.

18. Наиболее точно обработана внутренняя поверхность:

- 1)  $\text{Æ}40\text{h}9$ ;
- 2)  $\text{Æ}60\text{k}6$ ;
- 3)  $\text{Æ}20\text{h}14$ ;
- 4)  $\text{Æ}10\text{K}5$ .

19. Допуск на размер  $\text{Æ}40\text{h}14 \begin{pmatrix} 0 \\ -620 \end{pmatrix}$  равен:

- 1) 0;
- 2) 620 мкм;
- 3) -620 мкм;
- 4) 620 мм.

20. Внутренний диаметр можно проверить:

- 1) кольцом;
- 2) пробкой ПР, НЕ;
- 3) резьбовой пробкой;
- 4) исполнительным калибром.

Вариант 2.

1. Процесс, связанный с изменением размеров, формы или свойств материала обрабатываемой заготовки в определенной последовательности, называется:

- 1) производственным процессом;
- 2) вспомогательным процессом;
- 3) технологическим процессом;
- 4) общим процессом.

2. Фиксированное положение обрабатываемой заготовки относительно станка и режущего инструмента называется:

- 1) позицией;
- 2) установом;
- 3) переходом;
- 4) проходом.

3. Обточка ступенчатого валика с правой и левой сторон на одном станке является:

- 1) одной операцией, выполняемой за один установ;
- 2) одной операцией, выполняемой за два установка;
- 3) двумя операциями, выполняемыми за один установ;
- 4) двумя операциями, выполняемыми за два установка.

4. Для среднесерийного типа производства коэффициент закрепления операций  $K_{з.о.}$  равен:

- 1) 10...20;
- 2) 20...40;
- 3) 1...10;
- 4) 0.

5. В единичном типе производства используется оборудование:

- 1) универсальное;
- 2) специализированное;
- 3) специальное;
- 4) переналаживаемое.

6. Для обработки заготовок из чугуна используют твердосплавные материалы:

- 1) 9ХС;
- 2) Р6М3;
- 3) ВК10;
- 4) Т15К6.

7. К титанотанталовольфрамовым твердым сплавам относятся:

- 1) ВК6;
- 2) ВК6В;
- 3) Т5К10;
- 4) ТТ7К12.

8. Содержание карбида вольфрама в твердом сплаве ТТ7К12 составляет:

- 1) 81%;
- 2) 4%;
- 3) 12%;
- 4) 19%.

9. Для изготовления режущего инструмента из быстрорежущих инструментальных сталей используется:

- 1) У10А;
- 2) ХВГ;
- 3) Р18;
- 4) Р6М3.

10. Кузнечным способом или из проката можно получить заготовки из материала:

- 1) 45Л;
- 2) С4 32-52;
- 3) Бр. ОС 8-14;
- 4) Ст 2.

11. При обработке на токарном станке движение резания это:

- 1) поступательное движение резца;
- 2) вращение заготовки;
- 3) вращение режущего инструмента;
- 4) перемещение режущего инструмента.

12. Глубина резания при сверлении рассчитывается по формуле:

- 1)  $t = \frac{D_{\text{заготовки}} - D_{\text{детали}}}{2}$  ;
- 2)  $t = D_{\text{заготовки}} - D_{\text{детали}}$  ;
- 3)  $t = \frac{D_{\text{детали}} - D_{\text{заготовки}}}{2}$  ;
- 4)  $t = D_{\text{детали}} - D_{\text{заготовки}}$ .

13. При работе на токарном станке фаску под углом 45° можно сделать:

- 1) проходным резцом;
- 2) подрезным резцом;
- 3) отрезным резцом;
- 4) канавочным резцом.

14. Для обработки отверстия с фаской можно использовать комбинированный инструмент:

- 1) сверло – сверло;
- 2) сверло – зеннер;
- 3) сверло – развертка;
- 4) сверло – фреза.

15. Глубокими называют отверстия, у которых:

- 1)  $\frac{\ell}{d} > 10$ ;
- 2)  $\frac{\ell}{d} > 5$ ;
- 3)  $\frac{\ell}{d} > 3$ ;
- 4)  $\frac{d}{\ell} > 4$ .

16. Шлицевые поверхности могут быть обработаны:

- 1) червячными фрезами;
- 2) дисковыми фрезами;
- 3) кольцевыми фрезами;
- 4) цилиндрическими фрезами.

17. Фрезерование шпоночных пазов производится:

- 1) пальцевыми фрезами;

- 2) дисковыми фрезами;
- 3) специальными дисковыми фрезами;
- 4) червячными фрезами.

18. Наиболее точно обработана наружная поверхность:

- 1)  $\text{Æ}40\text{h}9$ ;
- 2)  $\text{Æ}60\text{k}6$ ;
- 3)  $\text{Æ}20\text{h}14$ ;
- 4)  $\text{Æ}10\text{K}5$ .

19. Допуск на размер  $\text{Æ}20\text{H}12 \left( \begin{matrix} +210 \\ 0 \end{matrix} \right)$  равен:

- 1) 0;
- 2) 210 мкм;
- 3) -210 мкм;
- 4) 210 мм.

20. Наружную резьбу можно проверить:

- 1) плашкой;
- 2) резьбовым кольцом;
- 3) кольцом ПР;
- 4) кольцом НЕ.

**3. 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.

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

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

**2. 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.

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

5;  
10;  
50;  
90.

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

0;  
3;  
10;  
20.

**5. Жидкий кислород для человека:**

не ядовит;  
частично ядовит;  
сильнейший яд;  
смертельно опасен

**6. Из перечисленных ядовитыми свойствами не обладает:**

азотная кислота;  
фтор;  
жидкий кислород;  
четрехокись азота.

**7. Гидразин – это соединение:**

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

**8. Использовать в ракетном топливе жидкий кислород (O<sub>2</sub>ж) предложено:**

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

В. Цандером.

**9. 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.

**10. 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  $^{\circ}\text{C}$ .

**11. 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

**12. 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

**13. Окислителями являются:**

жидкий кислород;  
азотная кислота;  
жидкий водород;  
гептил.

**14. Горючим является:**

жидкий кислород;  
азотная кислота;  
жидкий водород;  
гептил.

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

жидкий водород;  
керосин;  
гидразин;  
жидкий аммиак.

**16. Температура кипения жидкого кислорода:**

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

**17. В паре с жидким кислородом водород используется на нижних ступенях отечественных ракетносителей:**

"Союз";  
"Молния";  
"Зенит";  
"Энергия".

**18. Различают заряды твердого топлива с поверхностью горения:**

прогрессивной;  
нейтральной;  
дегрессивной;  
изменяющейся ступенчато.

**19. К окислителям жидкого ракетного топлива относятся...**

азотная кислота (АК);  
азотный тетраоксид (АТ);  
жидкий кислород;  
перекись водорода;

керосин;  
несимметричный диметилгидразин (НДМГ).

## **20. Масла для ракетных двигателей должны обладать...**

обладать высокой термической стабильностью;  
низкой коррозионной агрессивностью;  
достаточной смазывающей способностью;  
высокой летучестью.

### **4.2. Типовые вопросы, выносимые на экзамен**

1. Прогрессивные технологии заготовительного производства и получения неразъемных соединений.
2. Новые материалы, применяемые в производстве РКТ.
3. Требования к теплонапряженным узлам и деталям АКТ и применяемые для их изготовления материалы.
4. Свойства и особенности основных групп материалов, используемых в авиа- и космическом машиностроении .
5. Новые перспективные материалы авиа- и ракетостроения.
6. Инновационные технологии заготовительного производства.
7. Современное литейное производство.
8. Новые технологии получения заготовок методами обработки давлением.
9. Прогрессивные технологии раскроя листового материала.
10. Прогрессивные технологии получения неразъемных соединений.
11. Диффузионная сварка деталей.
12. Электроннолучевая сварка.
13. Сварка трением.
14. Прогрессивные технологии механической и физико-химической обработки в размерной обработке и формообразования деталей сложных пространственных форм.
15. Новые технологии физико-химической обработки.
16. Электроэрозионная размерная обработка и формообразование.
17. Электроэрозионная размерная обработка.

18. Электроэрозионная проволочная вырезка.
19. Электроэрозионное объемное копирование и прошивка профилированными электродами.
20. Электроэрозионное фрезерование.
21. Электрохимическая обработка (ЭХО) сложных фасонных поверхностей
22. Ультразвуковая обработка
23. Обработка излучением лазера.
24. Электроннолучевой способ получения отверстий малого диаметра.
25. Лазерная прошивка.
26. Электрохимическая прошивка отверстий малого диаметра.
27. Ультразвуковое сверление.
28. Электроэрозионная прошивка отверстий.
29. Технологические методы обеспечения эксплуатационных свойств и ресурса деталей и узлов РКТ.
30. Технологии поверхностного упрочнения.
31. Упрочнение без изменения химического состава поверхностного слоя.
32. Поверхностное пластическое.
33. Поверхностное закаливание.
34. Лазерное упрочнение.
35. Упрочнение холодом
36. Технологии физико-химического модифицирования поверхности.
37. Ионная имплантация (легирование).
38. Электроискровое легирование.
39. Лазерное, электроннолучевое легирование и легирование в высокотемпературной плазме.
40. Химическое. Обработка в электролитной плазме.
41. Комбинированные способы упрочнения и решаемые их применением технологические задачи.
42. Финишная обработка деталей свободным абразивом.
43. Аддитивные технологии и технологии быстрого прототипирования.



**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И АДДИТИВНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ»**

**Направление подготовки:** 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**

### **Целью изучения дисциплины является:**

1. Формирование у обучающихся понятий вопросов предназначения эксплуатационных материалов ракетно-космической техники;
2. Владение знанием устройства, порядка функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов, технологических операций с их применением
3. Изучение состава, структуры, объемно-компоновочных схем объектов наземного ракетно-космического комплекса;
4. Формирование у обучающихся способности разрабатывать мероприятия по охране труда и экологической безопасности.

### **Основными задачами дисциплины являются:**

1. Ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами применения эксплуатационных материалов в ракетно-космической технике;
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 у обучающихся навыков применения нормативной базы мероприятия по охране труда и экологической безопасности.

## **Практическое занятие 1**

### **Тема: введение, цели, задачи и место дисциплины в ООП**

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Цель работы: ознакомление обучающихся с назначением, ассортиментом, составом и маркировка эксплуатационных материалов РКТ.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: эксплуатационные материалы РКТ.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

## **Практическое занятие 2**

### **Тема: 3. Тема 1 Традиционные технологии производства деталей машин, которые могут быть замещены на аддитивные и цифровые**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Цель работы: изучить виды химических превращений ракетных топлив.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: 3.Традиционные технологии производства деталей машин, которые могут быть замещены на аддитивные и цифровые.

Продолжительность занятия – 2/- ч.

### **Практическое занятие 3**

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

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

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

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

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

Продолжительность занятия – 2/- ч.

### **Практическое занятие 4**

**Тема: Конструкционные материалы, применяемые в аддитивных технологиях**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Цель работы: изучить конструкционные материалы, применяемые в аддитивных технологиях.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: Общее устройство 3-D принтера. Технологический процесс 3-D печати; Цифровые технологии при проектировании новых материалов в машиностроении;

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 5**

**Тема: Методы моделирования деталей различных конфигураций (деталей малых размеров с простой конфигурацией и деталей средних размеров со сложной конфигурацией)**

Вид практического занятия: практическое занятие в форме деловой игры.

Цель работы: изучить методы моделирования деталей современных ракет и ракетно-космических комплексов.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: 1. Классификация аддитивных технологий; Разработка виртуальной цифровой 3D-модели с помощью программ САПР;

Продолжительность занятия – 2/- ч.

### **Практическое занятие 6**

**Тема: Симбиоз 3D-САПР систем проектирования с ЕСКД, ГОСТ и иными нормативными документами**

Вид практического занятия: практическая работа в группе.

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

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: с помощью обучающих программ прикладной инженерии- KSP разработать технологическую карту.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 7**

**Тема: тест на выявление уровня освоения теоретических знаний**

Вид практического занятия: тестирование.

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

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

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

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

### **Практическое занятие 8**

**Тема: Цифровые технологии при проектировании новых материалов в машиностроении**

Вид практического занятия: практическая работа в группе.

*Цель работы:* изучить цифровые технологии при проектировании новых материалов в машиностроении;

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: рассмотреть цифровые технологии при проектировании новых материалов в машиностроении; химические и физические реакции, наблюдающиеся в процессах горения смесевых ракетных топлив, рассмотреть базовые закономерности процессов горения и разложения композитных веществ.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 9**

**Тема: Оборудование для 3D-печати**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

*Цель работы:* изучить состав и характеристики оборудования для 3D-печати.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: Типовая конструкция аддитивной машины (оборудование для работы по методу «Bed Deposition»). Дополнительное оборудование. Назначение и проверка стратегии сканирования для слоев.

Продолжительность занятия – 2/- ч.

### **Практическое занятие 10**

**Тема: 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.**

Вид практического занятия: реферат.

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

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 11**

**Тема: составлении презентации.**

Вид практического занятия: презентация группового доклада.

Цель работы: получить практические навыки в составлении презентации.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: получение практических навыков в составлении презентации по инновационным материалам в ракетной технике.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### **Практическое занятие 12**

**Тема: Материалы для 3D-печати**

**Классификация конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в аддитивном производстве.**

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Цель работы: получить практические знания о материалах для печати.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: Материалы для аддитивных машин для изготовления деталей из металла. Методы получения металлических порошков.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

## **2. 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.

### **Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:**

1. Исторические предпосылки появления аддитивных
2. технологий. Этапы 3D-печати. Преимущества и недостатки
3. аддитивных технологий. Терминология
4. Классификация по методу формирования слоя, по методу
5. фиксации слоя, по типу строительных материалов, по
6. ключевой технологии. Примеры применения
7. Особенности применения аддитивных технологий в различных
- отраслях.
8. Характеристика рынка АМ-технологий. Технологии и машины
- для выращивания металлических изделий.
9. Применение аддитивных технологий в инструментальном про-
- изводстве.
10. Аддитивные технологии и литейное производство.
11. Точность и качество поверхности при выращивании изделий.
12. Физические процессы в 3D SLM аддитивных машинах.
13. Факторы, влияющие на точность и качество поверхности.
14. Постобработка.
15. Способы создания цифровой 3D-модели
16. Различные методы создания 3D-модели.
17. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.
18. Подготовка электронной модели изделий к выращиванию.
19. Подготовка опорной структуры (поддержки).

20. Реверс-инжиниринг при помощи 3D –сканирования
21. Методы 3D –сканирования. Контактные сканеры.
22. Бесконтактные активные сканеры. Оптические сканеры.
23. Бесконтактные пассивные сканеры. Устройство сканера.
24. Последовательность работы. Примеры выполнения
25. сканирования 3d-объектов.
26. Обработка результатов.

Тематическое содержание самостоятельной работы представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Тематическое содержание самостоятельной работы**

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 3. Приоритетные технологии создания ракетно-космической техники нового поколения, в производстве РКТ.	<b>Подготовка докладов по темам:</b> 1. перечень критических технологий РФ. 2. Тенденции развития технологий РКТ. 3. Критические технологии развития производства РКТ. 4. Состояние исследований и разработок в области критической технологии 5. «Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения». 6. Ключевые технологии
2.	Тема 4. Прогрессивные технологии заготовительного производства и получения неразъемных соединений.	<b>Подготовка докладов по темам:</b> 1. Новые материалы, применяемые в производстве РКТ. 2. Требования к теплонапряженным узлам и деталям АКТ и применяемые для их изготовления материалы. 3. Свойства и особенности основных групп материалов, используемых в авиа- и ракетном машиностроении. 4. Новые перспективные материалы авиа- и ракетостроения.
3	Тема 5. Инновационные технологии заготовительного производства .	<b>Подготовка докладов по темам:</b> 5. Современное литейное производство . 6. Новые технологии получения заготовок методами обработки давлением 7. .Прогрессивные технологии раскроя листового материала .
4	Тема 13 Аддитивные технологии и технологии быстрого прототипирования.	<b>Подготовка докладов по темам:</b> 8. Аддитивные технологии в РКТ 9. Прототипирование.

**Примерная тематика контрольных заданий**

1. Характеристика эксплуатационных материалов.
2. Классификация эксплуатационных материалов, их назначение и обозначение.

3. Эксплуатационные материалы РКТ: горючесмазочные материалы, специальные жидкости и сжатые газы.
4. Исторические предпосылки появления аддитивных
5. технологий. Этапы 3D-печати. Преимущества и недостатки
6. аддитивных технологий. Терминология
7. Классификация по методу формирования слоя, по методу
8. фиксации слоя, по типу строительных материалов, по
9. ключевой технологии. Примеры применения
10. Особенности применения аддитивных технологий в различных отраслях.
11. Характеристика рынка АМ-технологий. Технологии и машины для выращивания металлических изделий.
12. Применение аддитивных технологий в инструментальном производстве.
13. Аддитивные технологии и литейное производство.
14. Точность и качество поверхности при выращивании изделий.
15. Физические процессы в 3D SLM аддитивных машинах.
16. Факторы, влияющие на точность и качество поверхности.
17. Постобработка.
18. Способы создания цифровой 3D-модели
19. Различные методы создания 3D-модели.
20. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.
21. Подготовка электронной модели изделий к выращиванию.
22. Подготовка опорной структуры (поддержки).
23. Реверс-инжиниринг при
24. помощи 3D –сканирования
25. Методы 3D –сканирования. Контактные сканеры.
26. Бесконтактные активные сканеры. Оптические сканеры.
27. Бесконтактные пассивные сканеры. Устройство сканера.
28. Последовательность работы. Примеры выполнения
29. сканирования 3d-объектов.
30. Обработка результатов.

## **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**

Объём контрольной работы – 10...12 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman).

### **Указания по проведению курсовых работ**

Курсовые работы Учебным планом не предусмотрены.

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

1. 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](http://rucont.ru/efd/230123)

2. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144008> (дата обращения: 02.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Физико-химические основы технологических процессов и обработки конструкционных материалов: Уч. пос./

3. Р.Г. Тазетдинов. - 2-е изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. [http:// znanium.com/catalog.php?bookinfo=416469](http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416469)

### **Дополнительная литература:**

1. Введение в ракетно-космическую технику. Общие сведения: учебное пособие для студентов и аспирантов смежных специальностей Ч. 1-3 / А. П. Аверьянов, Л.Г. Азаренко, Г.Г. Вокин, Н.А. Кашеев, Л.А. Манчева, В.С. Чаплинский. - Королев МО\; КИУЭС, 2011. Библиотека «МГОТУ».
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. Проектирование транспортных средств специального назначения: учеб. пособие / Е.В. Воробьев, О.Е. Денисов, В.И. Кузнецов; под ред. А.Н. Со-вы. - М.: МАДИ, 2014. - 96 с.
4. 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>.

### **Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ»:**

1. <http://biblioclub.ru/index.php> - библиоклуб (университетская библиотека);
2. <http://www.znaniy.com> - электронно-библиотечная система Znaniy.com!;
3. <http://e.lanbook.com> - электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
4. <http://www.rucont.ru/> - Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека (ЭБС);
5. <http://www.polpred.com/> - ООО "ПОЛПРЕД Справочники".

### **7.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

#### **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/](http://iso.gost.ru/wps/portal/) - Портал по международной стандартизации.
8. [http:// iec.gost.ru/wps/portal/](http://iec.gost.ru/wps/portal/) - Портал Международной электротехнической комиссии (МЭК; англ. International Electrotechnical Commission, IEC).
9. [http:// wto.gost.ru/wps/portal/](http://wto.gost.ru/wps/portal/) - Информационный портал ВТО.
10. [http:// www.easc.org.by/](http://www.easc.org.by/) - Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.
11. [www.znanium.com](http://www.znanium.com) - Электронно-библиотечная система Znanium.com.
12. [http:// eup.ru/catalog/all-all.asp](http://eup.ru/catalog/all-all.asp) – научно-образовательный портал.
13. [http:// www.plesetzk.ru](http://www.plesetzk.ru) - космодром «Плесецк».
14. [http:// vostokdrom.ru](http://vostokdrom.ru)- космодром «Восточный».
15. [http:// www.cosmos-online.ru/vnutri-mks.html](http://www.cosmos-online.ru/vnutri-mks.html)- 3D виртуальная экскурсия по Международной Космической Станции.
16. [http:// www.cosmos-online.ru](http://www.cosmos-online.ru).
17. [http:// www.roscosmos.ru](http://www.roscosmos.ru) – Государственная корпорация по космической деятельности "РОСКОСМОС".

## 8. Перечень информационных технологий

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

### **Информационные справочные системы:**

1. Ресурсы информационно-образовательной среды «МГОТУ»
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Эксплуатационные материалы ракетно-космической техники».