



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***

***БАЗОВАЯ КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И  
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ТЕХНОЛОГИЙ***

***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ»***

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Профиль: Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, 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: Тимофеев А.Н. Рабочая программа дисциплины: «Технология и переработка полимеров и композитов» – Королев МО: «Технологический университет», 2023**

Рецензент: д.т.н. Логачёва А.И.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.02 Управление качеством и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Тимофеев А.Н. д.т.н. 	Тимофеев А.Н. д.т.н.		
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 11 от 22.03.2023			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  Ю.С. Попова к.э.н.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

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

**Целью** изучения дисциплины является:

получение теоретических знаний и практических навыков по исследованию, разработке и изготовлению полимерных композиционных материалов различного назначения, основных конструкционных материалов, методам их обработки и нанесению покрытий.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

**Профессиональные компетенции:**

- ПК-4 Способен проектировать и разрабатывать конструкторскую документацию на специальную оснастку для контроля и испытаний.
- ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять новые материалы, методы и средства технического контроля.
- ПК-6 Способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг.

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. ознакомить студентов с основными типами современных материалов различной природы и назначения, заданного химического и фазового состава и структуры;

2. ознакомить студентов с оборудованием и технологической оснасткой, применяемыми для получения различных видов материалов;

3. дать студентам теоретические сведения и практические навыки, касающиеся проведения технологического эксперимента, интерпретации его результатов.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

**Трудовые действия:**

- Владеть правилами разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки для контроля и испытаний
- Владеть навыками применения в расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
- Владеть навыками выполнения испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.

**Необходимые умения:**

- Уметь анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля и возможности их внедрения на предприятии.
- Уметь анализировать потребности производства в новых материалах, методах и средствах технического контроля.
- Уметь разрабатывать методы и способы контроля качества новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг.

**Необходимые знания:**

- Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции.
- Знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.
- Знать методики и подходы выполнения испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория и технология процессов производства, обработки переработки материалов и композитов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной программы по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

Дисциплина реализуется базовой кафедрой управления качеством и исследования в области новых материалов и технологий на предприятии АО «Композит».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученной дисциплине «Химия и материаловедение» и компетенциях ОПК-1, ОПК-2.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, **180** часов.

**Таблица 1**

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр ...	Семестр 7	Семестр ...
Общая трудоемкость	180			180	
Очное отделение					

<b>Аудиторные занятия</b>	<b>64</b>			<b>64</b>	
Лекции (Л)	16			16	
Лабораторные работы (ЛР)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	40			40	
Практическая подготовка	8			8	
<b>Контроль знаний</b>	-			-	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>116</b>			<b>116</b>	
<b>Курсовые работы</b>					
Контрольная работа, домашнее задание	К.Р.			+	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			+	
<b>Вид итогового контроля:</b>	Экзамен			Экзамен	
<b>Виды занятий</b>	<b>Всего ча- сов</b>	<b>Курс ...</b>	<b>Курс ...</b>	<b>Курс 5</b>	<b>Курс ...</b>
<b>Заочное отделение</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>20</b>			<b>20</b>	
Лекции (Л)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)	4			4	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Практическая подготовка	4			4	
<b>Контроль знаний</b>	-			-	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>160</b>			<b>160</b>	
<b>Курсовые работы</b>					
Контрольная работа, домашнее задание	К.Р.			+	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			+	
<b>Вид итогового контроля:</b>	Экзамен			Экзамен	

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. Очное/ заочное	Практи- ческие занятия, час Очное/ заочное	Лабора- торные занятия, час Очное/ заочное	Занятия в интер активной форме, час Очное/ заочное	Практи- ческая подго- товка, час Очное/ заочное	Код компе- тенций
Тема 1. Введение. Тре- бования к уровню харак- теристик материалов для различных условий экс- плуатации. Основные материалы для ракетно- космической техники	2/1	4/1	-	2/-	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 2. Физико-химиче- ские основы процессов получения материалов.	2/1	6/1	-	-	-	ПК-4 ПК-5

Основные термины и определения.						ПК-6
Тема 3. Выбор материалов и технологий для изготовления элементов конструкций из полимерных композитов и условия обеспечения их качества	4/1	8/1	4/2	2/1	4/1	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 4. Полимерные матричные материалы (эпоксидные, фенолоальдегидные, простые и сложные эфиры, полиэфирные, полиимидные, кремнийорганические).	2/1	6/1	-	2/-	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 5. Технологические процессы получения углеродных каркасов.	2/1	4/1	-	2/1	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 6. Методы формирования матриц композиционных материалов.	2/1	6/1	4/2	2/1	4/1	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 7. Методы нанесения покрытий. Технологическое оборудование.	1/1	2/1	-	2/1	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 8. Свойства высокотемпературных материалов на основе тугоплавких металлов, соединений и углерода	1/1	2/1	-	-	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 9. Роль БНИОС в разработке материалов и технологий их изготовления	-	2/-	-	-	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
<b>Итого:</b>	<b>16/8</b>	<b>40/8</b>	<b>8/4</b>	<b>12/4</b>	<b>8/4</b>	

## 4.2. Содержание тем дисциплины

### Тема 1. Введение. Требования к уровню характеристик материалов для различных условий эксплуатации. Основные материалы для ракетно-космической техники

Обзор отечественных и зарубежных работ по разработке и внедрению материалов, работающих в экстремальных условиях эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ). Области эксплуатации материалов в температурном и временном интервале для некоторых изделий ракетно-космической и авиационной техники.

Стандартные условия эксплуатации ракетных двигателей, космических аппаратов, ракетносителей и тенденции развития РКТ.

Перспективы повышения эксплуатационных характеристик материалов для РКТ, в том числе работоспособных в области ультравысоких температур.

## **Тема 2. Физико-химические основы процессов получения материалов. Основные термины и определения.**

Свойства и строение различных веществ (а также частиц, из которых они состоят – молекул, атомов и ионов) в зависимости от их химического состава и химического строения и от условий существования. Химические реакции и другие формы взаимодействия между веществами и частицами (направление, скорость, молекулярный механизм и термодинамические параметры процесса) в зависимости от их химического состава и строения и от условий, в которых происходит процесс, а также от внешних воздействий — электрических, световых и других. Построение и анализ диаграмм состояния типа давление — температура — состав, т.е.  $p$ - $T$ - $x$  диаграмм. Изолированные, закрытые и открытые системы. Законы термодинамики.

Химическая кинетика. Зависимость скорости реакций от концентрации реагирующих веществ. Классификация химических реакций. Порядок реакции (реакции первого, второго порядка, сложные реакции). Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации. Цепные реакции. Кинетика гетерогенных процессов. Катализ. Основные понятия.

## **Тема 3. Выбор материалов и технологий для изготовления элементов конструкций из полимерных композитов и условия обеспечения их качества**

Принципы и способы создания армированных волокнами композиционных материалов, взаимосвязь их структуры с конструкцией изделий и технологией их производства, роль армирующих и матричных компонентов. Классификация и особенности свойств ПКМ. Технология получения заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов. Виды формообразующих оснасток и пресс-форм. Типовые способы формообразования деталей из ПКМ и каркасов (ручная и автоматическая выкладка, плетение, 3D-ткачество, 3D-принтирование). Вакуумное формование. Современный подход к проектированию композиционных конструкций и технологий.

## **Тема 4. Полимерные матричные материалы**

Полимерные матричные материалы: эпоксидные, фенолоальдегидные, простые и сложные эфиры, полиимидные, кремнийорганические, полиэфирные связующие. Термопласты и реактопласты.

## **Тема 5. Технологические процессы получения углеродных каркасов**

Типы структурных схем. Принципы классификации. Слоистые структуры. Пространственно-армированные структуры. Виды армирующих каркасов. Предельные коэффициенты армирования пространственных структур. Технологические процессы получения углеродных каркасов и оборудование для их изготовления. Трехмерноармированные среды. Элементарный слой. Четырехнаправленные композиционные материалы. Контроль качества.

#### **Тема 6. Методы формирования матриц композиционных материалов**

Классификация газофазных процессов: физические и химические методы получения матриц и покрытий из газовых фаз. Методы химического осаждения из газовой фазы. Основные параметры технологических процессов влияющих на свойства композиционных материалов. Формирование матриц и покрытий методом химического осаждения из газовой фазы.

#### **Тема 7. Методы нанесения покрытий**

Контактные жидкостные методы нанесения покрытий – метод оплавления; капельное напыление; метод наплавления; метод погружения. Метод избирательного осаждения из расплавов. Газофазный метод нанесения покрытий - транспорт исходных соединений; образование осадка; форма осадка; конструкция установки; метод кипящего слоя; осаждение тугоплавких металлов; получение покрытий из сплавов. Электрохимические методы получения покрытий – получение покрытий из тугоплавких металлов и из сплавов.

#### **Тема 8. Свойства высокотемпературных материалов на основе тугоплавких металлов, соединений и углерода**

Тугоплавкие металлы. Тугоплавкие соединения переходных металлов – карбиды, нитриды, бориды, силициды. Тугоплавкие соединения кремния и бора: карбид кремния, нитрид кремния, карбид бора, нитрид бора. Тугоплавкие окислы – окись алюминия, окись бериллия, окись магния, двуокись циркония, двуокись тория. Графит.

#### **Тема 9. Роль БНИОС в разработке материалов и технологий их изготовления**

Особенности технического регулирования оборонной продукции и продукции РКТ. Современное состояние и научно-технический уровень действующей нормативно-информационной базы отрасли, пути ее совершенствования. Стандарты разработки АО «Композит» — головной организации по материаловедению РКТ.

Федеральная система сертификации космической техники, организация и осуществление работ. Пути согласования отечественной нормативной документации с международными стандартами по материалам для РКТ.



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

1. Рабочая тетрадь.
2. Практикум.

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

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

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

### **Основная литература:**

1. Адашкин А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: учебник/А.М.Адашкин, А.Н.Красновский. — М. : ФОРУМ:ИНФРА-М, 2019 – 400 с.
2. Ермолаев Р.А. Космическое материаловедение: учебное пособие / Р.А.Ермолаев, М.М.Михайлов, Л.А.Семенова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т им. М.Ф.Решетнева. – Красноярск: СибГУ, 2017. – 371 с.
3. Высокмолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.] ; под редакцией А. Б. Зезина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 340 с.
4. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 226 с.
5. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие. Под ред. А.А.Берлина.–СПб.:ЦОП «Профессия», 2011. –560с.

### **Дополнительная литература:**

- 1.Костиков В.И., Варенков А.Н. Сверхвысокотемпературные композитные материалы– М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 560 с., ил. ком-
- 2.Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г., По- полимерные композиционные материалы. Прочность и технология. – Дол- гопродный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. Дол-
3. Каллистер У., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / Пер. с англ. под ред. Малкина А.Я. –СПб.: Научные основы и технологии, 2011.
- 4.Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е изд. –СПб.: Научные основы и технологии, 2010.

5. Калинчев В.А. Технология производства ракетных двигателей твердого топлива. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 687 с.
6. Буланов И.М., Воробей В.В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана. 1998. – 516 с.
7. Мелешко А.И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты. – М.: Сайнс-Пресс, 2007.
8. Щурик А. Г. Искусственные углеродные материалы. – Пермь, 2009. – 342с.: ил.
9. Санин Ф.П., Кучма Л.Д., Джур Е.А., Санин А.Ф. Твёрдотопливные ракетные двигатели: материалы и технологии. – Д.: Изд. Днепропетровского университета. 1999. – 320 с.
10. Физическая химия: Учебник для вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. - М.: Металлургия, 1987. 688с.
11. Справочник по композиционным материалам: В 2 кн./ Пер. с англ. Геллера А.Б. и др. Под ред. Дж.Любина. – М.: Машиностроение, 1988. – 584 с.
12. Бушуев Ю.Г., Персин М.И., Соколов В.А. Углерод-углеродные композиционные материалы: Справочник. – М.: Металлургия, 1994.- 138 с.

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

1. <http://www.gpntb.ru> - сайт государственной публичной научно-технической библиотеки России;
2. <http://www.e-library.ru> - сайт научной электронной библиотеки;
3. <http://www.rsl.ru> - российская государственная библиотека;
4. <http://www.diss.rsl.ru> - электронная библиотека диссертаций
5. <http://mash-xxl.info/info/612142/>
6. [http://www.ence-gmbh.ru/rus/polymer\\_description\\_and\\_processing.php](http://www.ence-gmbh.ru/rus/polymer_description_and_processing.php)
7. [http://viam-works.ru/ru/articles?art\\_id=27](http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=27)

#### **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, Ивтантерма, Компас 3Д.*

#### **Информационные справочные системы:**

1. *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*
2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. [www.znanium.com](http://www.znanium.com)

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

осу-

### **Лекционные занятия:**

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

### **Практические занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- ознакомление с технологиями получения материалов и применяемым оборудованием проводится непосредственно на производственных участках предприятия.

### **Лабораторные занятия:**

профильные лаборатории АО «Композит» и Инжинирингового центра Технологического университета.

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

**БАЗОВАЯ КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И  
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ  
И КОМПОЗИТОВ»**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Направленность (профиль): Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

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

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции(или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-4	способен проектировать и разрабатывать конструкторскую документацию на специальную и оснастку для контроля и испытаний	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9	Владеть правилами разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки для контроля и испытаний	Уметь анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля и возможности их внедрения на предприятии.	Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции.
2	ПК-5	способен разрабатывать и внедрять новые материалы, методы и средства технического контроля	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9	Владеть навыками применения в расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Уметь анализировать потребности производства в новых материалах, методах и средствах технического контроля	Знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.
3	ПК-6	способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9	Владеть навыками выполнения испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертифицированные, процессов их производства, обработки	Уметь разрабатывать методы и способы контроля качества новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг	Знать методики и подходы выполнения испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля.

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-4 ПК-5 ПК-6	Доклад в форме презентации	А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: - компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; - компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; В) не сформирована ( <u>компетенция не сформирована</u> ) – 2 и менее баллов	Проводится в устной форме. Критерии оценки: 1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной работы (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-4 ПК-5 ПК-6	Контрольная работа	А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; В) не сформирована ( <u>компетенция не сформирована</u> ) – 2 и менее баллов	При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-4 ПК-5 ПК-6	Лабораторная работа	А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; В) не сформирована ( <u>компетенция не сформирована</u> ) – 2 и менее баллов	1. Оформление в соответствии с требованиями (1 балл). 2. Выбор методов измерений и вычислений (1 балл). 3. Умение применять выбранные методы (1 балл). 4. Анализ и выводы, отражающие суть изучаемого явления с указанием конкретных результатов (2 балла). Максимальная оценка – 5 баллов. Оценка проставляется в электронный журнал.

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, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся».

### 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

#### Темы докладов:

1. Типовая структура технологического процесса получения окислительно-стойкого покрытия на углеродном материале.
2. Влияние температуры обработки графита на его свойства.
3. Причины применения в технике минеральных пластиков.
4. Материалы на основе оксида кремния и оксида алюминия.

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Технология и переработка полимеров и композитов» являются текущий контроль знаний в виде двух тестов и одна промежуточная аттестация в виде экзамена.

Неделя текущего / промежуточного 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 образовательного процесса	тестирование	ПК-4 ПК-5 ПК-6	10 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Неудовлетворительно – до 51 % правильных ответов. Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	тестирование	ПК-4 ПК-5 ПК-6	10 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Неудовлетворительно – до 51 правильных ответов. Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
Проводится в сроки,	экзамен	ПК-4 ПК-5 ПК-6	2вопроса	экзамен проводится в уст-	Результаты предоставляются в	Критерии оценки: « <b>Отлично</b> »: •знание основных понятий предмета;

установленные графикам образовательного процесса				ной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут.	день проведения зачета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> <p><b>«Хорошо»:</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; ответы на вопросы билета</li> <li>• неправильно решено практическое задание</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</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> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul>
--	--	--	--	--	------------------------	---

#### 4.1. Вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

#### Задания тестирования № 1

**1. Характерная для камер сгорания маршевых ЖРД температура составляет:**

- a) 300 К
- b) 1500 К
- c) 2000 К
- d) 3500 К

**2. Климатические воздействия не влияют на свойства материалов:**

- a) полимерные композиты



- b) алюминиевые сплавы
- c) углерод-углеродные композиты
- d) все перечисленные

**3. Корпуса маршевых РДТТ изготавливаются из:**

- a) титановых сплавов
- b) органических полимеров
- c) углерод-керамических композитов
- d) легких сплавов

**4. Ненаправленной является химическая связь:**

- (a) металлическая
- b) ковалентная
- c) ионная
- d) водородная

**5. Скорость химической реакции пропорциональна:**

- a) температуре среды
- b) концентрациям компонентов
- c) концентрациям компонентов в степенях, равным стехиометрическим коэффициентам
- d) концентрациям продуктов

**6. Скорость обратимой экзотермической реакции с ростом температуры:**

- a) возрастает
- b) падает
- c) остается неизменной
- d) зависит от условий проведения реакции

**7. В РФ действуют системы стандартов:**

- a) ЕСКД
- b) Стандартизация в РФ
- c) Материаловедение
- d) все перечисленные

**8. К технологическим документам на материал относятся:**

- a) паспорт на материал
- b) маршрутная карта
- c) технические условия
- d) ни одно из перечисленного

**9. Наиболее термостойкими из перечисленных композитов на основе:**

- a) кремнийорганических смол
- b) эпоксидных смол
- c) фенолформальдегидных смол
- d) полиэфирных смол

**10. Полимерные композиты нельзя получать:**

- a) выкладкой
- b) намоткой
- c) осаждением из газовой фазы
- d) через препрег

## Задания тестирования № 2

### 1. Покрытие из вольфрама удобно наносить:

- a) электрохимическими методами
- b) газофазным методом
- c) методом погружения
- d) ни одним из перечисленных

### 2. Повышения адгезии покрытия к материалу можно добиться:

- a) созданием градиента концентрации
- b) механическим воздействием
- c) погружением в воду
- d) климатическим воздействием

### 3. Как правило, покрытия на УУКМ:

- a) защищают его от радиации
- b) защищают его от окисления
- c) защищают его от перегрева
- d) имеют декоративные функции

### 4. Недостатком покрытий из карбида кремния на монагруженных элементах конструкций является:

тер-

- a) большая толщина
- b) разупрочнение материала
- c) окисляемость при высоких температурах
- d) отсутствие данных о применимости

### 5. При высоких температурах упрочняются:

- a) углерод-углеродные композиты
- b) сплавы титана
- c) сплавы вольфрама
- d) углепластики

### 6. При высоких температурах не проявляют пластичности:

- a) сплавы тантала
- b) углерод-углеродные композиты
- c) сплавы молибдена
- d) проявляют все перечисленные

### 7. Из перечисленных наиболее технологичны:

- a) стержневые каркасы
- b) плетеные каркасы
- c) иглопробивные каркасы
- d) каркасы, вязанные на спицах

### 8. Матрицу углерод-углеродных материалов можно получить:

- a) осаждением из газовой фазы
- b) из расплава графита
- c) из расплава сульфида цинка
- d) пропиткой каркаса плавиковой кислотой

### 9. Недостатком керамических матриц является:

- a) их хрупкость

- b) их окисляемость
- c) их высокая плотность
- d) их низкая жесткость

**10. Процесс отверждения связующего называется:**

- a) поликонденсацией
- b) полимеризацией
- c) этерификацией

**4.2. Вопросы, выносимые на экзамен**

1. Химическая термодинамика в решении проблемы управляемого синтеза и получения материалов с заданными свойствами.
2. Химическая кинетика: скорость и порядок химических реакций, влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации, цепные реакции, катализ (основные понятия).
3. Виды изделий из полимерных композиционных материалов и особенности технологии изготовления деталей конструкционного назначения.
4. Обеспечение качества изделий из полимерных композиционных материалов. Методы контроля качества. Номенклатура показателей качества.
5. Углерод-керамические композиционные материалы (УККМ), технология получения УККМ.
6. Задачи, решаемые с помощью нанесения покрытий на поверхность конструкционных материалов.
7. Основные принципы выбора схем армирования: 1D, 2D, 2,5D, 3D, 4D, nD структуры каркасов.
8. Керамические композиционные материалы - общая характеристика. Технологии получения. Свойства. Области применения.
9. Практическая термодинамика. Основные программные комплексы по исследованию термодинамического равновесия.
10. Контактные методы нанесения покрытий.
11. Получение высокотемпературных материалов методом пропитки.
12. Высокотемпературные материалы на основе тугоплавких металлов, соединений и углерода.
13. Классификация газофазных процессов.
14. Свойства пиролитических покрытий.
15. Кинетика процессов CVD.
16. Механические и физические свойства углерод-керамических композиционных материалов и применение их в ракетной технике.

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

***БАЗОВАЯ КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И  
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ТЕХНОЛОГИЙ***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ  
И КОМПОЗИТОВ»**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Направленность (профиль): Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023

## 1. Общие положения

**Целью** изучения дисциплины является:

получение теоретических знаний и практических навыков по исследованию, разработке и изготовлению полимерных композиционных материалов различного назначения, основных конструкционных материалов, методам их обработки и нанесению покрытий.

**Задачи дисциплины:**

1. ознакомить студентов с основными типами современных материалов различной природы и назначения, заданного химического и фазового состава и структуры;

2. ознакомить студентов с оборудованием и технологической оснасткой, применяемыми для получения различных видов материалов;

3. дать студентам теоретические сведения и практические навыки, касающиеся проведения технологического эксперимента, интерпретации его результатов.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическое занятие № 1

по теме № 1 **Требования к уровню характеристик материалов для различных условий эксплуатации. Основные материалы для ракетно-космической техники**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

**Содержание практического занятия: Доклады и вопросы для обсуждения:**

1. Основные материалы для ракетно-космической техники.
2. Особенности требований к материалам в РКТ.
3. Основные узлы, в которых применяются различные виды композитов.
4. Причины замены металлических деталей на композитные в этих узлах.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

### Практическое занятие № 2

**Свойства и строение различных веществ. Химические реакции.**  
по теме № 2 **Физико-химические основы процессов получения материалов (основные термины и определения)**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

**Содержание практического занятия: Виды взаимодействия между атомами элементов. Классификация химических связей. Химические реакции.**

Гетерогенные реакции. Особенности гетерогенных реакций, основные закономерности и зависимости скоростей гетерогенных реакций от различных параметров. Влияние структуры границы раздела фаз на строение продуктов реакций.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

### **Практическое занятие № 3.**

#### **Термодинамика**

по теме № 2 **Физико-химические основы процессов получения материалов (основные термины и определения)**

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

Образовательные технологии: **решение ситуационных задач**

Содержание практического занятия: **Равновесие в химических реакциях. Основные закономерности синтеза необходимых веществ. Диаграммы состояния.**

Продолжительность занятия– 2/- ч.

### **Практическое занятие № 4.**

#### **Химическая кинетика.**

по теме № 2 **Физико-химические основы процессов получения материалов (основные термины и определения)**

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

Образовательные технологии: **решение ситуационных задач**

Содержание практического занятия: **Закон действующих масс, зависимость скорости реакции от температуры. Понятие о химическом равновесии. Принцип Ле-Шателье. Уравнение Аррениуса скорости реакции. Энергия активации. Катализ.**

Продолжительность занятия– 2/- ч.

### **Практическое занятие № 5.**

по теме № 3 **Выбор материалов и технологий для изготовления элементов конструкций из полимерных композитов и условия обеспечения их качества**

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

Образовательные технологии: **групповая дискуссия**

Содержание практического занятия: **Классификация и особенности ПКМ. Способы создания деталей из ПКМ. Основные характеристики ПКМ, их преимущества и недостатки. Узлы РКТ, в которых применяются ПКМ. Температуры функционирования ПКМ и способы его регулирования.**

Продолжительность занятия– 4/0,5 ч.

### **Практическое занятие № 6.**

по теме № 3 **Выбор материалов и технологий для изготовления элементов конструкций из полимерных композитов и условия обеспечения их качества**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

**Содержание практического занятия:** Основные методы получения заготовок: выкладка, намотка, плетение. Факторы, влияющие на характеристики материала. Зависимости между технологическими параметрами и свойствами материала. Ознакомление с технологическим оборудованием, применяемым при изготовлении различных видов ПКМ.

Продолжительность занятия– 4/0,5 ч.

### **Практическое занятие № 7.**

по теме № 4 **Полимерные матричные материалы**

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

**Образовательные технологии: решение ситуационных задач**

**Содержание практического занятия:** Связующие для полимерных композиционных материалов (ПКМ). Термореактивные связующие: преимущества, недостатки. Выбор связующего для решения конкретной задачи.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

### **Практическое занятие № 8.**

по теме № 4 **Полимерные матричные материалы**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

**Содержание практического занятия:** Термопластичные связующие. Основные свойства, области применения. Итоговый семинар по дисциплине. Доклады по предложенным темам.

Продолжительность занятия– 4/- ч.

### **Практическое занятие № 9.**

по теме № 5 **Технологические процессы получения углеродных каркасов**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

Содержание практического занятия: Пространственные схемы армирования. История возникновения пространственных углеродных каркасов, их преимущества и недостатки. Основные пространственные схемы армирования. Причины выбора в пользу схем 3Д и 4ДЛ в современных материалах.

Продолжительность занятия– 2/0,5ч.

#### **Практическое занятие № 10.**

по теме № 5 **Технологические процессы получения углеродных каркасов**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

Содержание практического занятия. Различные способы формирования углеродных каркасов. Каркасы на основе тканей, жгутов, стержней, нетканых материалов. Способы укрепления одно- и двунаправленных каркасов в слабых направлениях. Технология получения стержневых элементов каркасов. Контроль качества каркасов.

Продолжительность занятия– 2/0,5 ч.

#### **Практическое занятие № 11.**

по теме № 6 **Методы формирования матриц композиционных материалов**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

Содержание практического занятия: Осаждение веществ из газовой фазы. Химическое осаждение из газовой фазы. Основные особенности и факторы, влияющие на качество. Физические методы осаждения, их преимущества и недостатки. Роль прекурсоров в получении материалов с заданными свойствами.

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

#### **Практическое занятие № 12.**

по теме № 6 **Методы формирования матриц композиционных материалов**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

Темы для обсуждения:

1. Почему в качестве керамического компонента УККМ в основном используется карбид кремния?
2. Какими способами SiC доставляется в каркас УККМ?
3. Почему одним из главных недостатков УККМ является газопроницаемость?



4. Перечислите основные детали РКТ, которые изготавливаются из УККМ.
  5. Какой метод неразрушающего контроля УККМ является основным?
- Продолжительность занятия– 2/- ч.

### **Практическое занятие № 13.**

по теме № 7 **Методы нанесения покрытий**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

**Содержание практического занятия:** Окислительностойкие покрытия. Химический состав покрытий, обеспечивающих окислительную стойкость узлов РКТ при высоких температурах. Пути повышения адгезионной прочности покрытий на металлах и УУКМ. Особенности нанесения покрытий на композиционные материалы.

Продолжительность занятия– 2/1

### **Практическое занятие № 14.**

по теме № 8 **Свойства высокотемпературных материалов на основе тугоплавких металлов, соединений и углерода**

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

**Образовательные технологии: групповая дискуссия**

**Содержание практического занятия:** Материалы на основе тугоплавких металлов: никеля, молибдена, тантала, ниобия, вольфрама. Характерные температуры эксплуатации перечисленных сплавов. Способы повышения температур работоспособности тугоплавких сплавов. Повышение окислительной стойкости сплавов. Применение соединений в качестве матрицы и наполнителя композиционных материалов. Материалы на основе углерода. Основные особенности графита как конструкционного, теплозащитного и функционального материала. Основные формы углерода. Волокна на основе углерода. Углерод как материал матрицы композиционных материалов.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

### **Практическое занятие №15.**

по теме № 9 **Роль БНИОС в разработке материалов и технологий их изготовления**

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

**Образовательные технологии: беседа**

**Содержание практического занятия:** Особенности технического регулирования оборонной продукции и продукции РКТ. Современное состояние и научно-технический уровень действующей нормативно-информационной

базы отрасли, пути ее совершенствования. Стандарты разработки АО «Композит» — головной организации по материаловедению РКТ. Федеральная система сертификации космической техники, организация и осуществление работ. Пути согласования отечественной нормативной документации с международными стандартами по материалам.

Продолжительность занятия— 2/- ч.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Целью лабораторных работ является обобщение и закрепление знаний, полученных при изучении определенной темы, и применении их при решении конкретных задач, а также формирование навыков обращения с лабораторным измерительным оборудованием.

Методика определяется моделью соответствующей задачи, решаемой студентом на занятии по заданию преподавателя, и средствами выполнения лабораторных работ.

Этапы выполнения лабораторных работ:

- постановка задачи лабораторной работы;
- ознакомление студентов с содержанием и объемом лабораторной работы, порядком ее выполнения;
- выполнение лабораторной работы и оформление отчета;
- защита лабораторной работы.

Тема 3. Выбор материалов и технологий для изготовления элементов конструкций из полимерных композитов и условия обеспечения их качества.

#### **Лабораторная работа № 1.**

Цель занятия: определение доверительного интервала и коэффициента вариации разброса предела прочности при растяжении углеродного волокна.

Задание:

1. Ознакомиться с методами подготовки образцов для проведения испытаний на прочность.
2. Изготовить образцы из углеродного волокна. Провести испытания.
3. Составить отчет о полученных результатах.

Продолжительность занятия— 4/1 час.

#### **Лабораторная работа № 2.**

Цель занятия: ознакомление с методами и принципами изготовления деталей из полимерных композиционных материалов для взаимозамещения аналогов из металлических материалов в среде 3D моделирования.

Задание:

1. С использованием системы КОМПАС-3D создать геометрическую модель детали из полимерного композиционного материала.
2. Составить краткий отчет о материале и конструктивных особенностях.

Продолжительность занятия— 4/1 ч.

Тема 5. Методы формирования матриц композиционных материалов

### Лабораторная работа № 3.

Цель занятия: Получение первичных навыков и знаний по контролю и анализу процесса насыщения заготовок из газовой фазы.

Задание:

1. Ознакомиться с технологией химического осаждения из газовой фазы.
2. Рассчитать контрольные параметры на основании полученных данных.
3. Сформулировать выводы и корректирующие действия для получения однотипных изделий.

Продолжительность занятия–2/1 ч.

**Лабораторная работа № 4.** Анализ процесса получения заготовок на горизонтальной вакуумной печи горячего прессования.

Задачи:

1. Ознакомиться на практике с технологией горячего прессования.
2. Обработать данные контрольные параметры проведения процесса.
3. Провести анализ полученных результатов, сделать выводы.

Продолжительность занятия–2/1ч.

## 4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 3. Выбор материалов и технологий для изготовления элементов конструкций из полимерных композитов и условия обеспечения их качества.	<b>Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Подготовка докладов</b> Примерная тематика рефератов: 1. Применение полимерных композиционных материалов в различных областях техники.
2.	Тема 6. Методы формирования матриц композиционных материалов	<b>Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Подготовка докладов</b> Примерная тематика рефератов: 1. Наполнители композитов из керамических материалов. 2. Основные подходы к повышению температур эксплуатации материалов.

## 5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся 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 -15 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

## **6. Указания по проведению курсовых работ**

Курсовые работы Учебным планом не предусмотрены.

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

### **Основная литература:**

1. Адашкин А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: учебник/А.М.Адашкин, А.Н.Красновский. — М. : ФОРУМ:ИНФРА-М, 2019 – 400 с.

2. Ермолаев Р.А. Космическое материаловедение: учебное пособие / Р.А.Ермолаев, М.М.Михайлов, Л.А.Семенова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т им. М.Ф.Решетнева. – Красноярск: СибГУ, 2017. – 371 с.

3. Высокмолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.] ; под редакцией А. Б. Зезина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 340 с.

4. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 226 с.

5. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие. Под ред. А.А.Берлина.–СПб.:ЦОП «Профессия», 2011. –560с.

### **Дополнительная литература:**

1.Костиков В.И., Варенков А.Н. Сверхвысокотемпературные композитные материалы– М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 560 с., ил.

- 2.Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г., По-  
лимерные композиционные материалы. Прочность и технология. – Дол-  
гопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010.
3. Каллистер У., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению  
(металлы, керамика, полимеры) / Пер. с англ. под ред. Малкина А.Я. –СПб.:  
Научные основы и технологии, 2011.
- 4.Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные  
материалы. 2-е изд. –СПб.: Научные основы и технологии, 2010.
- 5.Калинчев В.А. Технология производства ракетных двигателей твердого топ-  
лива.–М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. –687 с.
- 6.Буланов И.М., Воробей В.В. Технология ракетных и аэрокосмических  
конструкций из композиционных материалов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Бау-  
мана. 1998. – 516 с.
7. Мелешко А.И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углерод-  
ные композиты. – М.: Сайнс-Пресс, 2007.
8. Щурик А. Г. Искусственные углеродные материалы. – Пермь, 2009. – 342с.:  
ил.
- 9.Санин Ф.П., Кучма Л.Д., Джур Е.А., Санин А.Ф. Твёрдотопливные ра-  
кетные двигатели: материалы и технологии. – Д.: Изд. Днепропетровского уни-  
верситета. 1999. – 320 с. 10.
- 10.Физическая химия: Учебник для вузов – 4- е изд., перераб. и доп.–Жуховиц-  
кий А.А., Шварцман Л.А. - М.: Металлургия, 1987. 688с.
11. Справочник по композиционным материалам: В 2 кн./ Пер. с англ. Гел-  
лера А.Б.и др. Под ред. Дж.Любина. – М.: Машиностроение, 1988. – 584 с.
- 12.Бушуев Ю.Г., Персин М.И., Соколов В.А. Углерод-углеродные компози-  
ционные материалы: Справочник. – М.: Металлургия, 1994

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

1. <http://www.gpntb.ru> - сайт государственной публичной научно-  
технической библиотеки России;
2. <http://www.e-library.ru> - сайт научной электронной библиотеки;
3. <http://www.rsl.ru> - российская государственная библиотека;
4. <http://www.diss.rsl.ru> - электронная библиотека диссертаций
5. <http://mash-xxl.info/info/612142/>
6. [http://www.ence-gmbh.ru/rus/polymer\\_description\\_and\\_processing.php](http://www.ence-gmbh.ru/rus/polymer_description_and_processing.php)
7. [http://viam-works.ru/ru/articles?art\\_id=27](http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=27)

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

**Перечень программного обеспечения: MSOffice, Итантерма, Компас 3Д.**

**Информационные справочные системы:**

1. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Технология и переработка полимеров и композитов».