


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаев Л. П.  
«31» 05 2022 ФИО

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Нилов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-22 — Способность разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-22**

*знания:*

основных технологических методов получения металлов, сплавов с заданными характеристиками и свойствами, а также основные методы их формования, соединения, контроля;;

*умения:*

использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; оценивать технологичность типовых деталей и рассчитывать показатели качества; обоснованно выбирать выбирать и внедрять новые конструкционные материалы и технологические процессы; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой;;

*навыки:*

по анализу конструкционных и функциональных материалов для обоснованного выбора материалов для конкретного изделия; рационального выбора технологических методов формообразования полуфабрикатов и заготовок, применяемых в производстве КА;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ПСК-17 — Способность проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПСК-21 — Способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, нагруженности, теплового состояния и характеристик ракетных двигателей, осуществлять конструирование их деталей, узлов и элементов
- ПСК-22 — Способность разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-22
5	10	<b>Раздел 1. Раздел 1. Основные требования к материалам и покрытиям и их характеристика для конструкций ракетно-космической техники (РКТ).</b> 1.1. Дидактическая единица 1. Основные требования к конструкционным материалам для РКТ. 1.2. Дидактическая единица 2. Цели и задачи применения покрытий в изделиях РКТ. Классификация и методы нанесения покрытий.	20	8	0	8	12	20
5	10	<b>Раздел 2. Раздел 2. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом литья.</b> 2.1. Дидактическая единица 3. Основные типы литейных сплавов. 2.2. Дидактическая единица 4. Литье в песчаные формы. Литье в кокиль. Литье в оболочковые формы. Литье по выплавляемым моделям. Литье под давлением. Центробежное и спрейное литье.	19	4	4	0	15	20
5	10	<b>Раздел 3. Раздел 3. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом холодного и горячего прессования и штамповки.</b> 3.1. Дидактическая единица 5. Основные типы сплавов для холодного и горячего пластичного деформирования. 3.2. Дидактическая единица 6. Метод горячего штампования и прессования. Получение заготовок из листового материала и профиля. Изготовление деталей вытяжкой. Изготовление деталей гибкой. Отбортовка. Изготовление деталей ротационным выдавливанием. Ударное выдавливание. Формование энергией взрыва.	19	4	4	0	15	15
5	10	<b>Раздел 4. Раздел 4. Технологические процессы получения неразъемных соединений в деталях и узлах.</b> 4.1. Дидактическая единица 7. Классификация основных видов разъемных и неразъемных соединений. 4.2. Дидактическая единица 8. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Паяные соединения. Клеевые соединения.	19	4	4	0	15	15
5	10	<b>Раздел 5. Контроль и испытание изделий РКТ.</b> 5.1. Дидактическая единица 9. Основные виды дефектов. Классификация методов неразрушающего контроля. Акустические методы контроля; радиационные методы контроля; радиоволновой метод контроля тепловые методы контроля; оптические методы контроля; шерография; вихретоковый контроль; метод измерения деформаций; электрические методы контроля; магнитные методы контроля. 5.2. Дидактическая единица 10. Контрольные операции при производстве РКТ. Контроль геометрических параметров. Измерение объемов отсеков, агрегатов и систем изделий РКТ. Определение массово-центровочных характеристик изделия (статическая балансировка). Определение моментов инерции. Динамическая балансировка агрегатов изделий РКТ. Контроль гидравлических сопротивлений систем и узлов изделий РКТ. Контроль чистоты внутренних полостей. 5.3. Дидактическая единица 11. Испытание изделий РКТ. Механические испытания. Испытания на герметичность. Газодинамические испытания. Тепловые испытания. Испытания узлов и агрегатов изделий РКТ на функционирование. Испытания в среде натурального компонента. Климатические испытания. Огневые испытания.	35	17	3	14	18	15
5	10	<b>Раздел 6. Аддитивные технологии при производстве РКТ.</b> 6.1. Дидактическая единица 12. Классификация методов аддитивных технологий. Технологии Bed Deposition. Технологии Direct Deposition. Расходные материалы для аддитивных процессов. 6.2. Дидактическая единица 13. Применение аддитивных технологий.	32	14	2	12	18	15
<b>Всего за 10 семестр</b>			144	51	17	34	93	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	17	34	93	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Основные требования к материалам и покрытиям и их характеристика для конструкций ракетно-космической техники (РКТ).	Занятие 1. Рассматриваются основные марки и их характеристики конструкционных материалов для РКТ	2
2		Занятие 2. Рассматриваются газотермические методы нанесения покрытий	2
3		Занятие 3. Рассматриваются электровакуумные методы нанесения покрытий	2
4		Занятие 4. Рассматриваются химические методы нанесения покрытий	2
5	Раздел 5. Контроль и испытание изделий РКТ.	Занятие 5. Рассмотрение основных	2

		видов дефектов, материалов, покрытий, соединений.	
6		Занятие 6. Рассмотрение методов акустического неразрушающего контроля.	2
7		Занятие 7. Рассмотрение методов радиационных, тепловых и электромагнитных методов контроля	2
8		Занятия 8-9. Рассмотрение основных контрольных операций при производстве РКТ	4
9		Занятия 10-11. Рассмотрение основных испытаний при производстве РКТ	4
10	Раздел 6. Аддитивные технологии при производстве РКТ.	Занятия 12-13. Рассмотрение методов технологии Bed Deposition.	4
11		Занятия 14-15. Рассмотрение методов технологии Direct Deposition.	4
12		Занятия 16-17. Рассмотрение практических методов применения аддитивных технологий при производстве РКТ.	4
Всего за 10 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Основные требования к материалам и покрытиям и их характеристика для конструкций ракетно-космической техники (РКТ).	1.1. Дидактическая единица 1. Основные требования к конструкционным материалам для РКТ.	4
2		1.2. Дидактическая единица 2. Цели и задачи применения покрытий в изделиях РКТ. Классификация и методы нанесения покрытий.	8
3	Раздел 2. Раздел 2. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом литья.	2.1. Дидактическая единица 3. Основные типы литейных сплавов.	5
4		2.2. Дидактическая единица 4. Литье в песчаные формы. Литье в кокиль. Литье в оболочковые формы. Литье по выплавляемым моделям. Литье под давлением. Центробежное и спрейное литье.	10
5	Раздел 3. Раздел 3. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом холодного и горячего прессования и штамповки.	3.1. Дидактическая единица 5. Основные типы сплавов для холодного и горячего пластичного деформирования.	5
6		3.2. Дидактическая единица 6. Метод горячего штампования и прессования. Получение заготовок из листового материала и профиля. Изготовление деталей вытяжкой. Изготовление деталей гибкой. Отбортовка. Изготовление деталей ротационным выдавливанием. Ударное выдавливание. Формование энергией взрыва.	10
7	Раздел 4. Раздел 4. Технологические процессы получения неразъемных соединений в деталях и узлах.	4.2. Дидактическая единица 8. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Паяные соединения. Клеевые соединения.	12
8		4.1. Дидактическая единица 7. Классификация основных видов разъемных и неразъемных соединений.	3

9	Раздел 5. Контроль и испытание изделий РКТ.	5.1. Дидактическая единица 9. Основные виды дефектов. Классификация методов неразрушающего контроля. Акустические методы контроля; радиационные методы контроля; радиоволновой метод контроля тепловые методы контроля; оптические методы контроля; шерография; вихретоковый контроль; метод измерения деформаций; электрические методы контроля; магнитные методы контроля.	6
10		5.2. Дидактическая единица 10. Контрольные операции при производстве РКТ. Контроль геометрических параметров. Измерение объемов отсеков, агрегатов и систем изделий РКТ. Определение массово-центровочных характеристик изделия (статическая балансировка). Определение моментов инерции. Динамическая балансировка агрегатов изделий РКТ. Контроль гидравлических сопротивлений систем и узлов изделий РКТ. Контроль чистоты внутренних полостей.	6
11		5.3. Дидактическая единица 11. Испытание изделий РКТ. Механические испытания. Испытания на герметичность. Газодинамические испытания. Тепловые испытания. Испытания узлов и агрегатов изделий РКТ на функционирование. Испытания в среде натурального компонента. Климатические испытания. Огневые испытания.	6
12	Раздел 6. Аддитивные технологии при производстве РКТ.	6.1. Дидактическая единица 12. Классификация методов аддитивных технологий. Технологии Bed Deposition. Технологии Direct Deposition. Расходные материалы для аддитивных процессов.	10
13		6.2. Дидактическая единица 13. Применение аддитивных технологий.	8
Всего за 10 семестр			93

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>10</b>						ДР				ДР					ОС	ДР	Вопр.Диф.Зач, Реф, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Реф – реферат;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 66 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технологические способы нанесения функциональных покрытий. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 77 экз.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Функциональные стойкие покрытия. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 80 экз.
4. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Базовые технологические методы получения заготовок, деталей и узлов изделий ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 46 экз.
5. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Контроль и испытания при производстве и отработке изделий ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
6. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
7. В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Дефектоскопия и контроль структурного и фазового состава изделий из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 48 экз.
8. Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. . Современные конструкционные материалы для машиностроения. СПб.: Лань, 2018, 5 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Научно-технические технологии;
2. Металловедение и термическая обработка металлов.

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

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. 3D принтер фотополимерный Form1+(США)/202/;
3. 3D Принтер с технологией печати методом наплавления (FDM/FFF) Leapfrog Creatr/201/;
4. 3D сканер RangeVision Standart Plus (Россия) /204/;
5. 3D принтер Picaso 3D Designer Pro 250;
6. 3D принтер Prism Pro 2.0;
7. 3D принтер Hercules Strong;
8. Стенд на основе моделей для отливок и отливок, полученных по технологическим процессам литейного производства;
9. Стенды по технологии порошковой металлургии и технологии производства сплавов;
10. Сварочный стенд для сварки под флюсом;
11. Стенд для сварки в среде защитных газов;
12. Установки для контактной сварки.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ПРОИЗВОДСТВО КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-22 Способность разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с частью технологии машиностроения, предметом исследования которой являются: виды обработки; выбор заготовок; качество получаемых заготовок и полуфабрикатов; их точности при получении и припуски на них; методы контроля качества изделий.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Раздел 1. Основные требования к материалам и покрытиям и их характеристика для конструкций ракетно-космической техники (РКТ).</b>		
1.1. Дидактическая единица 1. Основные требования к конструкционным материалам для РКТ.	Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. . Современные конструкционные материалы для машиностроения: СПб.: Лань, 2018 (2-7) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технологические способы	4
1.2. Дидактическая единица 2. Цели и задачи применения покрытий в изделиях РКТ. Классификация и методы нанесения покрытий.	нанесения функциональных покрытий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-10) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Функциональные стойкие покрытия: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-3)	8
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Раздел 2. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом литья.</b>		
2.1. Дидактическая единица 3. Основные типы литейных сплавов.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Базовые технологические методы получения заготовок, деталей и узлов	5
2.2. Дидактическая единица 4. Литье в песчаные формы. Литье в кокиль. Литье в оболочковые формы. Литье по выплавляемым моделям. Литье под давлением. Центробежное и спрейнное литье.	изделий ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2)	10
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Раздел 3. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом холодного и горячего прессования и штамповки.</b>		
3.1. Дидактическая единица 5. Основные типы сплавов для холодного и горячего пластичного деформирования.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Базовые технологические методы получения заготовок, деталей и узлов	5
3.2. Дидактическая единица 6. Метод горячего штампования и прессования. Получение заготовок из листового материала и профиля. Изготовление деталей вытяжкой. Изготовление деталей гибкой. Отбортовка.	изделий ракетно-космической техники:	10

Изготовление деталей ротационным выдавливанием. Ударное выдавливание. Формование энергией взрыва.	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3)	
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Раздел 4. Технологические процессы получения неразъемных соединений в деталях и узлах.		
4.2. Дидактическая единица 8. Заклепочные соединения. Сварные соединения. Паяные соединения. Клеевые соединения.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Базовые технологические методы получения заготовок, деталей и узлов изделий ракетно- космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно- космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-5)	12
4.1. Дидактическая единица 7. Классификация основных видов разъемных и неразъемных соединений.		3
Итого по разделу 4		15
Раздел 5. Контроль и испытание изделий РКТ.		
5.1. Дидактическая единица 9. Основные виды дефектов. Классификация методов неразрушающего контроля. Акустические методы контроля; радиационные методы контроля; радиоволновой метод контроля тепловые методы контроля; оптические методы контроля; шерография; вихретоковый контроль; метод измерения деформаций; электрические методы контроля; магнитные методы контроля.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Контроль и испытания при производстве и отработке изделий ракетно- космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-4) В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Дефектоскопия и контроль структурного и фазового состава изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-3)	6
5.2. Дидактическая единица 10. Контрольные операции при производстве РКТ. Контроль геометрических параметров. Измерение объемов отсеков, агрегатов и систем изделий РКТ. Определение массово-центровочных характеристик изделия (статическая балансировка). Определение моментов инерции. Динамическая балансировка агрегатов изделий РКТ. Контроль гидравлических сопротивлений систем и узлов изделий РКТ. Контроль чистоты внутренних полостей.		6
5.3. Дидактическая единица 11. Испытание изделий РКТ. Механические испытания. Испытания на герметичность. Газодинамические испытания. Тепловые испытания. Испытания узлов и агрегатов изделий РКТ на функционирование. Испытания в среде натурного компонента. Климатические испытания. Огневые испытания.		6
Итого по разделу 5		18
Раздел 6. Аддитивные технологии при производстве РКТ.		
6.1. Дидактическая единица 12. Классификация методов аддитивных технологий. Технологии Bed Deposition. Технологии Direct Deposition. Расходные материалы для аддитивных процессов.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно- космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-4)	10
6.2. Дидактическая единица 13. Применение аддитивных технологий.		8
Итого по разделу 6		18

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- реферат;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Устный опрос студентов

На практическом занятии проводится опрос знаний студентов по рассмотренным ранее разделам курса. Вопросы по материалам конкретных разделов входят в состав УМК дисциплины. Положительный ответ на один из двух заданных вопросов по теме раздела или активное обсуждение в процессе дискуссии является критерием получения текущей аттестации.

#### Реферат

Объем реферата – не менее 15 стр. Обязательно использование не менее 3 отечественных источников, опубликованных в последние 10 лет, и справочных правовых систем (КонсультантПлюс, ГАРАНТ и др.). По структуре реферата и удельному весу его частей рекомендуется иметь (в листах): титульный лист (1), введение (1), основная часть (при необходимости с подразделением на разделы и подразделы) (4-13), заключение (1), список использованных источников (1).

Критерии оценивания:

- соответствие содержания заявленной теме и поставленным вопросам – 3 балла;
- способность к работе с литературными источниками, интернет - ресурсами, правовой, справочной и энциклопедической литературой – 2 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, направленных на раскрытие поставленных вопросов, входящих в содержание реферата – 2 балла;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т. д) - 1,5 балла;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформлению правилам компьютерного набора текста) – 1,5 балла

Реферат признается выполненным при его оценке не ниже 6 баллов. Темы рефератов представлены в УМК дисциплины.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов к дифференцированному зачету входит в состав УМК дисциплины и содержит 40 позиций по всем 6 разделам программы.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является наличие положительной оценки за реферат. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы к дифференцированному зачету:

- «Зачтено-отлично» - полный ответ на 2 основных вопроса и возможные дополнительные вопросы;
- «Зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «Зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на 2 основных вопроса, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«Не зачтено» - неполный ответ на один основной вопрос, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-22		
5	10	Раздел 1. Раздел 1. Основные требования к материалам и покрытиям и их характеристика для конструкций ракетно-космической техники (РКТ).	20	8	0	8	12	20		Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат, Устный опрос студентов
5	10	Раздел 2. Раздел 2. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом литья.	19	4	4	0	15	20		Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат, Устный опрос студентов
5	10	Раздел 3. Раздел 3. Технологические процессы получения заготовок и полуфабрикатов методом холодного и горячего прессования и штамповки.	19	4	4	0	15	15		Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат, Устный опрос студентов
5	10	Раздел 4. Раздел 4. Технологические процессы получения неразъемных соединений в деталях и узлах.	19	4	4	0	15	15		Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат, Устный опрос студентов
5	10	Раздел 5. Контроль и испытание изделий РКТ.	35	17	3	14	18	15		Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат
5	10	Раздел 6. Аддитивные технологии при производстве РКТ.	32	14	2	12	18	15		Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	100		
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100		