

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) **Юнаков Л. П.**  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование и оценка эффективности ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
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	
6	11	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

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

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

## **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-1.05 — способность вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.05**

*знания:*

на уровне представлений: общее понятие о композиционных материалах (КМ) и их эксплуатационных свойствах, принципиальные отличия КМ от традиционных конструкционных материалов, особенности технологических методов и процессов переработки КМ различного типа, особенности и основные подходы к конструкторско-технологическому проектированию изделий из КМ, области применения современных;

на уровне понимания: принципы и подходы к построению моделей по оценке физико-механических свойств КМ и влияния на них структурных характеристик КМ и технологических параметров процессов формования изделий из различных типов КМ;;;

*умения:*

теоретические – знать области эффективного применения различных типов КМ и методов формования композитных изделий, оценивать взаимосвязь между составом, структурой и технологий и комплексом эксплуатационных характеристик КМ;

практические – уметь выбрать технологический метод и процессы получения различных изделий из различных типов КМ, выбрать средства технологического оснащения и режимы техно-логического процесса;;;

*навыки:*

проводить конструкторско-технологическую подготовку производства изделий из различных типов современных КМ, обеспечивать оптимизацию принимаемых конструкторско-технологических вариантов типовых композитных изделий;;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ИСПЫТАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-1.02 — Способен планировать и проводить эксперименты на моделях и специализированных стендах
- ПСК-1.05 — Способен вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-1.05
6	11	<b>Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.</b> 1.1. Дидактическая единица 1. Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения. 1.2. Дидактическая единица 2. Специфика технологии производства композитных изделий ракетно-космического назначения. 1.3. Дидактическая единица 3. Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.	16	6	6	10	25
6	11	<b>Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.</b> 2.1. Дидактическая единица 4. Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов. 2.2. Дидактическая единица 5. Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов. 2.3. Дидактическая единица 6. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.	35	14	14	21	25
6	11	<b>Раздел 3. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.</b> 4.1. Дидактическая единица 7. Особенности монтажно-сборочных операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях. 4.2. Дидактическая единица 8. Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ. 4.3. Дидактическая единица 9. Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	27	6	6	21	25
6	11	<b>Раздел 4. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.</b> 5.1. Дидактическая единица 10. Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств. 5.2. Дидактическая единица 11. Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.	30	8	8	22	25
<b>Всего за 11 семестр</b>			108	34	34	74	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	34	34	74	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.	Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения.	2
2		Специфика технологии производства композитных изделий ракетно-космического назначения.	2
3		Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.	2
4	Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.	Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов.	4
5		Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов.	2
6		Характеристика методов формования изделий из армированных	8

		реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.	
7	Раздел 3. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.	Особенности монтажно-сборочных операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях.	2
8		Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ.	2
9		Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	2
10	Раздел 4. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.	Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств.	2
11		Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.	2
12		Защита реферата	2
13		Дифференцированный зачет	2
Всего за 11 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.	1.1. Дидактическая единица 1. Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения.	3
2		1.2. Дидактическая единица 2. Специфика технологии производства композитных изделий ракетно-космического назначения.	3
3		1.3. Дидактическая единица 3. Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.	4
4	Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.	2.1. Дидактическая единица 4. Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов.	7
5		2.2. Дидактическая единица 5. Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов.	7
6		2.3. Дидактическая единица 6. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.	7
7	Раздел 3.	4.1. Дидактическая единица 7. Особенности монтажно-сборочных	7

	Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.	операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях.	
8		4.2. Дидактическая единица 8. Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ.	7
9		4.3. Дидактическая единица 9. Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	7
10	Раздел 4. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.	5.1. Дидактическая единица 10. Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств.	10
11		5.2. Дидактическая единица 11. Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.	12
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>74</b>

#### 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
11			ОС			ДР			ОС	ДР			ОС		ОС	ДР	Вопр.Диф.Зач, ОС, 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. В. И. Кулик. . Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 44 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
4. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композитов на основе термореактивных полимерных связующих. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 47 экз.
5. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Статические и динамические испытания образцов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
6. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Соединение деталей и узлов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 50 экз.
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. В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 224 экз.
9. В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
10. О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 25 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <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. Практические занятия:**

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

### **6.2. 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 **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. 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-1.05 способность вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с частью технологии конструкционных материалов, разделами которой являются: технологические процессы формования изделий из композиционных материалов, а также анализ и выбор армирующих и матричных компонентов, их механические характеристики, конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов.

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 **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.		
1.1. Дидактическая единица 1. Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-2) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-7)	3
1.2. Дидактическая единица 2. Специфика технологии производства композитных изделий ракетно-космического назначения.		3
1.3. Дидактическая единица 3. Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.		4
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.		
2.1. Дидактическая единица 4. Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов.	В. И. Кулик. . Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (1-5) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композитов на основе термореактивных полимерных связующих: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-7)	7
2.2. Дидактическая единица 5. Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов.		7
2.3. Дидактическая единица 6. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.		7
Итого по разделу 2		21
Раздел 3. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.		
4.1. Дидактическая единица 7. Особенности монтажно-сборочных операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Статические и динамические испытания образцов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-5)	7

4.2. Дидактическая единица 8. Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ.	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 (1-5)	7
4.3. Дидактическая единица 9. Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-7) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Соединение деталей и узлов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5)	7
Итого по разделу 3		21
<b>Раздел 4. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.</b>		
5.1. Дидактическая единица 10. Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств.	В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-3) О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1-2)	10
5.2. Дидактическая единица 11. Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.		12
Итого по разделу 4		22

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд 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. По итогам посещаемости занятий и ответам на вопросы по материалам конкретных разделов ставится оценка по текущей аттестации. 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 4 разделам программы.

#### Дифференцированный зачет

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	Практические занятия		ПСК-1.05	
6	11	Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.	16	6	6	10	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов, Реферат
6	11	Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.	35	14	14	21	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов, Реферат
6	11	Раздел 3. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.	27	6	6	21	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Реферат, Устный опрос студентов
6	11	Раздел 4. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.	30	8	8	22	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов, Реферат
Всего за 11 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-1.05

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что такое «сухой» способ намотки?
- № 2 Что такое «мокрый» способ намотки?
- № 3 Какие структурные факторы влияют на физико-механические характеристики КМ?
- № 4 Какие технологические факторы метода намотки влияют на физико-механические характеристики получаемых КМ?
- № 5 Какой технологический метод получения изделий из КМ требует наибольшей квалификации рабочего?
- № 6 Какой метод намотки применяется для получения баллонов типа «шар»?
- № 7 Для какого КМ характерна более высокая прочность при сжатии, чем при растяжении?
- № 8 В чем состоит особенность контактного метода формования изделий из КМ?
- № 9 При каком виде намотки реализуется наибольшее контактное давление?
- № 10 Какие материалы оправок (кроме металлических) имеют наибольшую прочность при сжатии?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие два технологических метода применяют для получения трубчатых элементов из КМ с максимальными механическими характеристиками?
- А. Метод свертывания
- Б. Центробежного формования
- В. Метод пултрузии
- Г. Метод инфузии
- Д. Метод намотки
- Е. Метод контактного формования с эластичной пленкой
- № 2 Какие технологические методы применяются для получения хаотичноармированных КМ с дисперсными волокнами?
- А. Метод намотки
- Б. Метод ручной выкладки
- В. Метод пултрузии
- Г. Метод центробежного формования
- Д. Метод инфузии
- Е. Метод прессования
- Ж. Метод литья под давлением
- № 3 Для получения баллонов типа «кокон» применяются?
- А. Спиральная намотка
- Б. Продольно-поперечная намотки
- В. Косослойная продольно-поперечная намотка
- Г. Планетарная намотка
- № 4 Для получения баллонов типа «кокон» применяются следующие типы оправок?
- А. Металлические разборные

- Б. Металлические по геометрии изделия.
- В. Соляные
- Г. Песчаные
- Д. Гипсовые
- № 5 Е. Металлические из эвтектических сплавов  
Вязкость связующего можно регулировать
- А. Нагревом
- Б. Растворителями
- Г. Диспергированием
- № 6 Г. Введением пластификатора  
Повысить адгезию связующего к волокнам можно путем
- А. обработки аппретами
- Б. окислением поверхности волокон
- В. химическим травлением волокон кислотами
- № 7 Г. протиркой растворителями  
Усадка связующего связана с
- А. тепловым его расширением
- Б. уплотнением его химических связей
- В. удалением летучих компонентов
- № 8 Г. выделением жидкой фазы  
Кремнийорганические связующие применяются для
- А. повышения химостойкости
- Б. повышения прочности
- В. повышения радиопрозрачности
- № 9 Г. повышения показателей технологичности  
«Сухой» метод изготовления предполагает
- А. совмещение процесса пропитки волокон и намотки
- Б. разделение процесса пропитки волокон и намотки
- В. нанесение порошкового связующего с его последующим каландрованием с волокнистым наполнителем
- Г. совмещение волокнистого наполнителя с раствором связующего и его сушкой
- Д. совмещение волокнистого наполнителя с нагретым связующим и его охлаждением
- № 10 К методу формования эластичной пленкой относят
- А. автоклавное формование
- Б. центробежное формование
- В. пултрузию

