

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) ЛЕВИХИН А.А.  
ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композиты и покрытия в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
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	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

*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: 2025

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Андрюшкин Александр Юрьевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

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

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-  
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ**  
**КОМПОЗИЦИОННЫХ 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:

ПК-5.1 — Способен осуществлять разработку расчетных моделей и методов расчета элементов конструкций ракетно-космической техники, выполненной на основе композиционного материала с целью определения рациональных конструктивно-технологических схем с заданным уровнем прочности и устойчивости к динамической нагрузке

ПК-5.3 — Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-5.1**

*знания:*

методик и нормативных документов проектирования формо- и размеростабильных композитных конструкций ракетно-космической техники;;

*умения:*

разрабатывать и оформлять техническую документацию на формо- и размеростабильные композитные конструкции ракетно-космической техники;;

*навыки:*

применять методы и приемы проектирования формо- и размеростабильных композитных конструкций ракетно-космической техники..

### **ПК-5.3**

*знания:*

методик и нормативных документов проектирования формо- и размеростабильных композитных конструкций ракетно-космической техники;;

*умения:*

разрабатывать и оформлять техническую документацию на формо- и размеростабильные композитные конструкции ракетно-космической техники;;

*навыки:*

применять методы и приемы проектирования формо- и размеростабильных композитных конструкций ракетно-космической техники..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ 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: **АКАДЕМИЧЕСКОЕ ПИСЬМО, МЕХАНИКА КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОМПОЗИТОВ И ПОКРЫТИЙ, ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПОЛИМЕРНЫЕ МАТРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРАКТИКА.**

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ОПК-2 — Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
- ОПК-4 — Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов
- 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
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПК-5.2 — Способен проводить расчеты узлов и элементов конструкции ракетно-космической техники, выполненных из композиционных материалов с использованием современных численных методов для оценки влияния характерных нагрузок на работу изделия, в процессе его жизненного цикла
- ПК-5.3 — Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия
- ПК-5.4 — Способен организовать подготовку предложения и проведение работ по освоению и внедрению технологических процессов и новых композиционных материалов, а также программных продуктов технологического назначения для обеспечения оптимальных характеристик изделий авиационно-космической техники
- ПК-5.5 — Способен организовать проведение экспериментальной отработки изделий авиационно-космической техники, выполненной из композиционных материалов (статические, динамические и тепловые испытания) с учетом знания последовательности и содержания основных этапов испытания, методов и средств измерения и диагностики изделий авиационно-космической техники, выполненных из композиционных материалов
- 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
- УК-4 — Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

### 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		ПК-5.1	ПК-5.3
6	11	Раздел 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. 1.1. Основные проблемы и решения при проектировании формо- и размеростабильных конструкций 1.2. Выбор конструкционных материалов при проектировании формо- и размеростабильных конструкций . 1.2.1. Характеристика армирующих наполнителей 1.2.2. Характеристика матричных материалов .....	28	10	7	3	18	25	25
6	11	Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КМ. 2.1. Обобщённый закон Гука для анизотропных тел 2.2. Вычисления компонентов матрицы жесткости и упругих характеристик многослойных КМ 2.3. Термоупругие характеристики композиционных материалов . 2.4. Задачи по определению термонеutralных структур КМ 2.5. Формо- и размеростабильные композиционные материалы с углеродной и керамической матрицей 2.5.1. КМ с углеродной матрицей 2.5.2. КМ с керамической матрицей.	38	13	9	4	25	25	25
6	11	Раздел 3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИХ ПРОИЗВОДСТВА НА ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ. 3.1. Чувствительность КЛТР терморазмеростабильных ламинатов к отклонениям угла армирования 3.2. Влияние режимов отверждения и свойств материала на формоизменение изделий из КМ 3.3. Влияние технологического натяжения на остаточные деформации и напряжения в формостабильных изделиях из КМ.	39	14	9	5	25	25	25
6	11	Раздел 4. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К КОРРЕКЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РАЗМЕРО- И ФОРМОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ. 4.1. Коррекция геометрических характеристик и показателей КЛТР конструкций из КМ после изготовления 4.2. Адаптивные и интеллектуальные конструкции из композиционных материалов 4.2.1. Интеллектуальные конструкции с применением материалов с памятью формы 4.2.2. Интеллектуальные конструкции с использованием пьезокерамики.	39	14	9	5	25	25	25
Всего за 11 семестр			144	51	34	17	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.	Выбор материала формо- и размеростабильной конструкции	3
2	Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КМ.	Проектирование формо- и размеростабильной трубы из углепластика	4
3	Раздел 3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИХ ПРОИЗВОДСТВА НА ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ.	Проектирование формо- и размеростабильной композитной платформы	5
4	Раздел 4. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К КОРРЕКЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РАЗМЕРО- И ФОРМОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ.	Проектирование формо- и размеростабильного композитного рефлектора	5
<b>Всего за 11 семестр</b>			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	18
2	Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КМ.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	25
3	Раздел 3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИХ ПРОИЗВОДСТВА НА ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	25
4	Раздел 4. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К КОРРЕКЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РАЗМЕРО- И ФОРМОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	25
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>93</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			Отч. по ПЗ			ДР		Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ			Отч. по ПЗ		ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
2. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. 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;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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:

1. SolidWorks 2015 R5;
2. КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ АСКОН 2021;
3. Mathcad 15;
4. Ansys;
5. Mathcad Prime 3.1;
6. КОМПАС-3D V21;
7. Matlab 2015a SP1;
8. Microsoft Office.

### 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. Интерактивная доска;
3. Образцы изделий из композиционных материалов;
4. SolidWorks 2015 R5;
5. КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ АСКОН 2021;
6. Mathcad 15;
7. Ansys;
8. Mathcad Prime 3.1;
9. КОМПАС-3D V21;
10. Matlab 2015a SP1;
11. Microsoft Office.

### **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 **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ 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*:

ПК-5.1 Способен осуществлять разработку расчетных моделей и методов расчета элементов конструкций ракетно-космической техники, выполненной на основе композиционного материала с целью определения рациональных конструктивно-технологических схем с заданным уровнем прочности и устойчивости к динамической нагрузке;

ПК-5.3 Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием формо- и размеростабильных конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 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. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	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, 2)	18
Итого по разделу 1		18
<b>Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КМ.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3, 4) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3, 4)	25
Итого по разделу 2		25
<b>Раздел 3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИХ ПРОИЗВОДСТВА НА ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (5, 6) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (5, 6)	25
Итого по разделу 3		25
<b>Раздел 4. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К КОРРЕКЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РАЗМЕРО- И ФОРМОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ.</b>		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов,	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ"	25

схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	им. Д. Ф. Устинова, 2019 (7, 8) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (7, 8)	
Итого по разделу 4		25

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

### 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.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

#### Экзамен

Допуск к экзамену при условии сдачи всех практических работ. Экзамен проходит в форме ответов на 3 вопроса экзаменационного билета. Перечень экзаменационных вопросов входит в состав УМК дисциплины. Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он не полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил хотя бы на один вопрос по содержанию курса.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не ответил на один из вопросов экзаменационного билета, а на остальные вопросы билета не полностью даны ответы.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

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		ПК-5.1	ПК-5.3	
6	11	Раздел 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.	28	10	7	3	18	25	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КМ.	38	13	9	4	25	25	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИХ ПРОИЗВОДСТВА НА ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ.	39	14	9	5	25	25	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 4. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К КОРРЕКЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РАЗМЕРО- И ФОРМОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ.	39	14	9	5	25	25	25	Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			144	51	34	17	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ПК-5.1 - Способен осуществлять разработку расчетных моделей и методов расчета элементов конструкций ракетно-космической техники, выполненной на основе композиционного материала с целью определения рациональных конструктивно-технологических схем с заданным уровнем прочности и устойчивости к динамической нагрузке**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

**Последовательность расчёта детали на прочность:**

1. Составить расчётную схему.
2. Определить действующие нагрузки.
3. Выбрать материал и термообработку детали.
4. Выполнить проектировочный или проверочный расчёт

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Пластинки разделяют в зависимости от отношения толщины к ее наименьшему размеру в плоскости на следующие группы? (несколько правильных ответов)

1. Плиты или толстые пластины
2. Тонкие пластинки
3. Мембраны
4. Пленки
5. Стержни

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами обозначение твердости материала. Установите, какое обозначение твердости Вам дано. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

<b>Обозначение твердости</b>	<b>Название</b>
1.HRC	А. Твердость по Виккерсу
2. HRB	Б. Твердость по Бринелю
3. HB	В. Твердость по Роквеллу
4. HV	
5. HRA	

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами названия конструктивных элементов. Установите соответствие между названием и определением. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

<b>Название конструктивного элемента</b>	<b>Определение</b>
1. Балка	А. горизонтальный опорный брус
2. Плита	Б. пластина, нагруженная перпендикулярно её плоскости и работающая преимущественно на изгиб из собственной плоскости

- |             |                                                                                                               |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Пластина | В. тело, ограниченное двумя плоскостями, расстояние между которыми мало по сравнению с другими размерами тела |
| 4. Стойка   | Г. стержневой элемент, который воспринимает вертикальные сжимающие силы                                       |

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность проектирования конструкции:

1. **Составление задания на проектирование.**
2. **Инженерные изыскания.**
3. **Разработка основных технических решений.**
4. **Разработка проектной документации.**
5. **Разработка рабочей документации.**

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая пластинка считается тонкой?

1. У тонкой пластинки прогиб не превосходит ее толщины
2. У тонкой пластинки прогиб превосходит ее толщину в 2 раза
3. У тонкой пластинки прогиб превосходит ее толщину в 5 раз
4. У тонкой пластинки прогиб превосходит ее толщину в 10 раз

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Как называется плоская и пространственная стержневая конструкция с шарнирными соединениями элементов, нагруженных исключительно в узлах?

1. Ферма
2. Плита
3. Балка
4. Оболочка

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Определите марку нержавеющей стали.

1. 12X18H10T
2. У12
3. ХВГ
4. ШХ6

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочность это?

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Модуль Юнга (модуль упругости первого рода) это?

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите обозначения твердости материала по Роквеллу (три правильных ответа)

1. HRC
2. HRB



3. HRA

4. HB

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Силовые элементы ракетно-космической техники, для которых преобладающее значение имеют прочностные и упругие характеристики композита?

1. головные обтекатели;
2. корпуса ракетных двигателей;
3. переходные отсеки;
4. адаптеры полезного груза;
5. топливные баки;
6. баллоны высокого давления

**ПК-5.3 - Способен проводить технические расчёты для оценки влияния структуры композиционного материала конструкции авиационно-космической техники на функционально-эксплуатационные характеристики изделия**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Композиционный материал - это?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Матрица композиционного материала — это ?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами наполнители композиционного материала. Установите, какой вид наполнителя Вам дан. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Наполнитель	Вид наполнителя
1. Рубленое стекловолокно	А. Непрерывный наполнитель
2. Стеклённые волокна	Б. Дискретный наполнитель
3. Углеродные волокна	
4. Стеклённые сферы	
5. Сажа	

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами связующие композиционного материала. Установите, какой вид связующего Вам дан. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Связующее	Вид связующего
1. Эпоксидное	А. Термореактивное
2. Полиимидное	Б. Термопластичное
3. Кремнийорганическое	
4. Полистирол	
5. Полипропилен	

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность изготовления композитного изделия:

1. Приготовление связующего.
  2. Укладка армирующего материала в форму.
  3. Пропитка армирующих материалов связующим.
  4. Формование изделия.
  5. Отверждение связующего.
  6. Извлечение изделия из технологической оснастки.
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность изготовления песчано-полимерной оправки для намотки крупногабаритного композитного баллона:
1. сушка, просеивание песка;
  2. приготовление песчано-полимерной смеси;
  3. формование элементов оправки;
  4. термообработка элементов оправки;
  5. сборка оправки из элементов
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой технологический метод получения композитных изделий требует наибольшей квалификации рабочего?
- А. Метод намотки
  - Б. Метод пултрузии
  - В. Метод контактного формования
  - Г. Метод прессования
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Для получения баллонов типа «шар» применяются?
- А. Спиральная намотка
  - Б. Продольно-поперечная намотки
  - В. Косослойная продольно-поперечная намотка
  - Г. Планетарная намотка
  - Д. Зонная намотка
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Наибольшее контактное давление формование происходит при какой намотке?
- А. кольцевой намотке
  - Б. спиральной намотке
  - В. орбитальной намотке
  - Г. спирально-кольцевой намотке
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие существуют схемы намотки?

А. продольно-поперечная

Б. спиральная

В. возвратно-поступательная

Г. косослойная продольно-поперечная

Д. пултрузионная

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите два основных способа горячего прессования реактопластов

А. Компрессионное

Б. Литьевое

Г. Вакуумное

Д. Инжекционное

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К методу формования эластичной пленкой относят

А. автоклавное формование

Б. центробежное формование

В. пултрузию

Г. вакуумное формование