


УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ 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	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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: 2022

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Евстафьев Виктор Александрович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

### А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ 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:

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:*

1. Свойств, достоинств и недостатков композиционных материалов (КМ), используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники.
2. Технологий производства композиционных материалов.
3. Особенности работы конструкций из КМ при растяжении и сжатии.;

*умения:*

Конечно-элементного моделирования напряженно-деформированного состояния простейших композитных конструкций с использованием пакета ANSYS.;

*навыки:*

Работы в среде ANSYS..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУКЦИИ 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: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗ КОМПОЗИТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-1.01 — Способен разрабатывать особо сложные теоретические, компоновочные чертежи, схемы и электронные модели летательного аппарата (ЛА)
- ПСК-1.02 — Способен планировать и проводить эксперименты на моделях и специализированных стендах
- ПСК-1.03 — Способен организовывать разработки технического предложения, аванпроекта, эскизного проекта, макета и технического проекта летательного аппарата, его модернизации или модификации
- ПСК-1.04 — Способен планировать и организовывать разработку КД на ЛА, его агрегаты, узлы, комплексы и подсистемы ЛА
- ПСК-1.05 — Способен вести поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании ракет и космических аппаратов
- ПСК-1.06 — Способен проводить НИОКР и разработки при исследовании самостоятельных тем

### 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	Раздел 1. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов. Историческая справка, классификация композиционных материалов, достоинства и недостатки КМ. Волокна и их свойства. Формы волокон. Матрицы и их свойства. Технологии производства композиционных материалов.	28	10	10	18	25
6	11	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ. Элементы структурной механики волокнистых композитов. Прочность композиционных материалов. Особенности волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Несущие конструкции ракетно-космической техники из композиционных материалов.	26	8	8	18	25
6	11	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники. Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы. Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки. Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели. Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	54	16	16	38	50
Всего за 11 семестр			108	34	34	74	100
Всего по дисциплине			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. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.	Изучение классификации композиционных материалов, достоинств и недостатков КМ. Изучение волокон, их свойств и форм. Изучение матриц и их свойств. Изучение технологии производства композиционных материалов.	10
2	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.	Изучение элементов структурной механики волокнистых композитов. Изучение вопросов прочности композиционных материалов. Изучение особенностей волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Изучение несущих конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.	8
3	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.	Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.	4
4		Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	4
5		Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели.	4
6		Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	4
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.	Изучение классификации композиционных материалов,	18

	Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.	достоинств и недостатков КМ. Изучение волокон, их свойств и форм. Изучение матриц и их свойств. Изучение технологии производства композиционных материалов.	
2	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.	Изучение элементов структурной механики волокнистых композитов. Изучение вопросов прочности композиционных материалов. Изучение особенностей волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Изучение несущих конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.	18
3	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.	Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	10
4		Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели.	10
5		Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	10
6		Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.	8
Всего за 11 семестр			74

#### 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			ОС, Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ			ДР	ОС, Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 77 экз.
3. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
4. В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы. М.: Машиностроение, 1990, 11 экз.
5. Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов. Долгопрудный: Интеллект, 2014, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — Главная – 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»;
3. <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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### 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:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **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 **КОНСТРУКЦИИ 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 АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

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 составом, особенностями, достоинствами и недостатками композиционных материалов (КМ), технологиями производства и прочностью конструкций ракетно-космической техники из КМ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**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.
<b>Раздел 1. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.</b>		
Изучение классификации композиционных материалов, достоинств и недостатков КМ. Изучение волокон, их свойств и форм. Изучение матриц и их свойств. Изучение технологии производства композиционных материалов.	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2 - 8) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4) С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов: Долгопрудный: Интеллект, 2014 (2 - 4)	18
Итого по разделу 1		18
<b>Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.</b>		
Изучение элементов структурной механики волокнистых композитов. Изучение вопросов прочности композиционных материалов. Изучение особенностей волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Изучение несущих конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3, 4) С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов: Долгопрудный: Интеллект, 2014 (6, 7) Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (2)	18
Итого по разделу 2		18

Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.		
Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1 - 7) В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы: М.: Машиностроение, 1990 (5)	10
Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели.		10
Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.		10
Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.		8
Итого по разделу 3		38

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- отчет по практическому заданию;
- 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

Каждому студенту устно задаются два вопроса по каждому из двух разделов. Ответы зачитываются при отсутствии в них грубых ошибок. Для допуска к зачету должны быть зачтены 3 ответа из 4.

#### Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическому заданию представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
  - небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
  - неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
  - неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.
- Практическое задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

#### 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.

К дифференцированному зачету допускаются студенты при выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины. Зачет проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса. Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «зачтено-отлично» – 86-100 баллов;
- «зачтено-хорошо» – 71-85 баллов;
- «зачтено-удовлетворительно» – 60-70 баллов;
- "не зачтено" - менее 60 баллов.

Вопросы к дифференцированному зачету размещены в УМК дисциплины.

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. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.	28	10	10	18	25	Устный опрос студентов
6	11	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.	26	8	8	18	25	Устный опрос студентов
6	11	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.	54	16	16	38	50	Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	