

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) **Юнаков Л. П.**
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА 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	
5	9	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: 2023

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА 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:

ОПК-2 — способность ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
УК-6 — способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ПСК-5.2 — способность 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-2

знания:

типовых композитных конструкций ракетно-космической техники;;

умения:

синтезировать принципиальные схемы конструкций из композиционных материалов и проводить их расчет;

навыки:

понимание принципиальных схем конструкций из композиционных материалов и методов их расчета..

УК-6

знания:

основы законодательства в области образования, определения основных понятий;

умения:

использовать педагогическую литературу и нормативную документацию для подготовки докладов и ведения дискуссии;;

навыки:

анализа, оценивания и способности высказывать обоснованные суждения об информации в области методики преподавания специальных дисциплин
необходимой для решения практических задач в области организации учебного процесса..

ПСК-5.2

знания:

об основных подходах определения физико-механических характеристик КМ;

умения:

проводить расчеты физико-механических характеристик КМ;

навыки:

работы с программными продуктами, предназначенных для расчета физико-механических характеристик слоистых КМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ФОРМО- И РАЗМЕРОСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

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		ОПК-2	УК-6	ПСК-5.2
5	9	Раздел 1. Элементы механики КМ. 1.1. Обобщенный закон Гука для изотропных и анизотропных КМ 1.2. Особенности разрушения КМ.	37	6	6	0	31	30	30	30
5	9	Раздел 2. Оценка физико-механических характеристик КМ. 2.1. Определение упругих характеристик КМ 2.2. Основы теории прочности КМ (структурный подход) 2.3. Основы теории прочности КМ (феноменологический подход) 2.4. Общие представления о структурно-феноменологической модели КМ.	60	29	12	17	31	30	30	30
5	9	Раздел 3. Многослойные КМ. 3.1. Основные положения теории многослойных конструкций 3.2. Термоупругие характеристики КМ 3.3. Модель поведения монослоя в составе пакета слоев многослойного КМ 3.4. Алгоритм расчета процессов деформирования и разрушения слоистого КМ 3.5. Анализ методов решения задач оптимального проектирования конструкций из КМ.	47	16	16	0	31	40	40	40
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	100	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Оценка физико- механических характеристик КМ.	Занятие 1-2. Рассматриваются основные подходы для определения модуля упругости композиционных материалов	4
2		Занятие 3. Выдача домашнего задания №1. Обсуждение конкретных вопросов по заданию.	2
3		Занятие 4-5. Рассматриваются основные подходы для определения прочности композиционных материалов и основные виды феноменологических критериев прочности.	4
4		Занятие 6. Выдача домашних заданий №2 и №3. Обсуждение конкретных вопросов по заданиям.	2
5		Занятие 7. Расчет поверхности прочности композиционного материала заданной структуры с помощью структурно-феноменологического подхода на ЭВМ и расчет поверхности прочности композиционного материала заданной структуры с помощью феноменологического подхода графическим методом.	2
6		Занятия 8,9. Сдача домашних заданий студентами и их защита.	3
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Элементы механики КМ.	1.1. Обобщенный закон Гука для изотропных и анизотропных КМ	20
2		1.2. Особенности разрушения КМ	11
3	Раздел 2. Оценка физико-механических характеристик КМ.	2.1. Определение упругих характеристик КМ	10
4		2.2. Основы теории прочности КМ (структурный подход)	7
5		2.3. Основы теории прочности КМ (феноменологический подход)	7
6		2.4. Общие представления о структурно-	7

		феноменологической модели КМ	
7	Раздел 3. Многослойные КМ.	3.1. Основные положения теории многослойных конструкций	4
8		3.2. Термоупругие характеристики КМ	4
9		3.3. Модель поведения монослоя в составе пакета слоев многослойного КМ	8
10		3.4. Алгоритм расчета процессов деформирования и разрушения слоистого КМ	7
11		3.5. Анализ методов решения задач оптимального проектирования конструкций из КМ	8
Всего за 9 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
9			ТекК		ВПЗ	ДР	Отч. по ПЗ, ТекК		ВПЗ	ДР			Отч. по ПЗ	ТекК	Отч. по ПЗ, Вопр. Экз	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Механика деформирования и разрушения композиционных материалов. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 6 экз.
2. В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 161 экз.
3. 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.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

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 - 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. Образцы изделий из композиционных материалов;
2. Интерактивная доска;
3. Проектор.

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 **МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части 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*:

ОПК-2 способность ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий;

УК-6 способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;

ПСК-5.2 способность 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами расчета элементов конструкций из композиционных материалов, рассмотрены классы задач статики, динамики и устойчивости композитных стержней, балок, пластин и оболочек.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к экзамену.

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.
Раздел 1. Элементы механики КМ.		
1.1. Обобщенный закон Гука для изотропных и анизотропных КМ	А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Механика деформирования и разрушения композиционных материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (3)	20
1.2. Особенности разрушения КМ	В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-2)	11
Итого по разделу 1		31
Раздел 2. Оценка физико-механических характеристик КМ.		
2.1. Определение упругих характеристик КМ	А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Механика деформирования и разрушения композиционных материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (4) В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-2)	10
2.2. Основы теории прочности КМ (структурный подход)		7
2.3. Основы теории прочности КМ (феноменологический подход)		7
2.4. Общие представления о структурно-феноменологической модели КМ		7
Итого по разделу 2		31
Раздел 3. Многослойные КМ.		
3.1. Основные положения теории многослойных конструкций	А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Механика деформирования и разрушения композиционных материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (5) В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-2)	4
3.2. Термоупругие характеристики КМ		4
3.3. Модель поведения монослоя в составе пакета слоев многослойного КМ		8
3.4. Алгоритм расчета процессов деформирования и разрушения слоистого КМ		7
3.5. Анализ методов решения задач оптимального		8

проектирования конструкций из КМ		
Итого по разделу 3		31

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Проведение 3-х промежуточных аттестаций по 60 вопросам по разделам 1-3.

Правильные ответы на 60% вопросов является зачетом по каждому из разделов.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Варианты заданий к практическим работам 1-3 находятся в приложении к практикуму "Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов"

Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическим работам представляются 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

Вопросы к экзамену

Примеры вопросов приведены в УМК дисциплины.

Экзамен

Экзамен ставится при условии сдачи всех практических работ и промежуточных аттестаций.

Экзамен проходит в форме ответов на вопросы при собеседовании с преподавателем.

Критерий оценивания ответов студента:

- менее 60% правильных ответов - оценка неудовлетворительно;
- не менее 60% правильных ответов - оценка удовлетворительно;
- не менее 80% правильных ответов - оценка хорошо;
- не менее 90% правильных ответов - оценка отлично.

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		ОПК-2	УК-6	ПСК-5.2	
5	9	Раздел 1. Элементы механики КМ.	37	6	6	0	31	30	30	30	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Оценка физико-механических характеристик КМ.	60	29	12	17	31	30	30	30	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 3. Многослойные КМ.	47	16	16	0	31	40	40	40	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	100	