

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	
3	6	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

год набора группы: 2024

Программу составил:

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

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.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-3 — способность проводить анализ летно-технических характеристик ЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3

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:

Анализировать достоинства и недостатки композиционных материалов (КМ), используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники.;

навыки:

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 *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ)**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ПСК-3 — Способен проводить анализ летно-технических характеристик ЛА

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	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3
3	6	Раздел 1. Общие сведения о композиционных материалах; волокна и матрицы. Историческая справка, классификация композиционных материалов (КМ), достоинства и недостатки КМ. Волокна и их свойства. Формы волокон. Матрицы и их свойства.	24	12	12	0	12	25
3	6	Раздел 2. Технологии производства композиционных материалов. Технологии производства волокнистых композитов с полимерной матрицей. Технологии производства композитов углерод-углерод. Технологии производства композитов с металлическими матрицами. Технологии производства композитов с керамическими матрицами.	18	8	8	0	10	25
3	6	Раздел 3. Прочность композиционных материалов. Элементы структурной механики волокнистых композитов. Прочность при растяжении и сжатии.	55	25	8	17	30	40
3	6	Раздел 4. Конструкции ракетно-космической техники из композиционных материалов. Особенности, достоинства и недостатки композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники (РКТ). Примеры применения композиционных материалов в РКТ.	11	6	6	0	5	10
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Прочность композиционных материалов.	Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.	5
2		Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	6
3		Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	6
Всего за 6 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о композиционных материалах; волокна и матрицы.	Изучение литературы по теме раздела.	12
2	Раздел 2. Технологии производства композиционных материалов.	Изучение литературы по теме раздела.	10
3	Раздел 3. Прочность композиционных материалов.	Изучение литературы по теме раздела.	10
4		Выполнение лабораторных работ.	10
5		Подготовка к сдаче лабораторных работ.	10
6	Раздел 4. Конструкции ракетно-космической техники из композиционных материалов.	Изучение литературы по теме раздела.	5
Всего за 6 семестр			57

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
6					ЛР	ДР				ДР	ЛР					ДР	ЛР, ОС, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ю. Андриюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 77 экз.
2. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
3. 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. <https://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 - 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. Лекционные занятия:

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

6.2. Лабораторные занятия:

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

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 **КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. 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-3 способность проводить анализ летно-технических характеристик ЛА.

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;
- лабораторная работа;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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 сведения о композиционных материалах; волокна и матрицы.		
Изучение литературы по теме раздела.	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, 3) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2, 3, 4)	12
Итого по разделу 1		12
Раздел 2. Технологии производства композиционных материалов.		
Изучение литературы по теме раздела.	С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов: Долгопрудный: Интеллект, 2014 (4) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5-8)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Прочность композиционных материалов.		
Изучение литературы по теме раздела.	С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов: Долгопрудный: Интеллект, 2014 (6, 7)	10
Выполнение лабораторных работ.		10
Подготовка к сдаче лабораторных работ.		10
Итого по разделу 3		30
Раздел 4. Конструкции ракетно-космической техники из композиционных материалов.		
Изучение литературы по теме раздела.	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (2) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3, 4)	5
Итого по разделу 4		5

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- лабораторная работа;
- 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 разделам. Ответы зачитываются при отсутствии в них грубых ошибок.

Перечень контрольных вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Лабораторная работа

Отчеты по лабораторным работам представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите работы, если в отчете отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одну работу – 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.
- Лабораторная работа считается сданной при наборе студентом не менее 60 баллов.

Зачет

К 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.

Зачет считается сданным при наборе студентом не менее 60 баллов.

Вопросы к 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	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3	
3	6	Раздел 1. Общие сведения о композиционных материалах; волокна и матрицы.	24	12	12	0	12	25	Устный опрос студентов
3	6	Раздел 2. Технологии производства композиционных материалов.	18	8	8	0	10	25	Устный опрос студентов
3	6	Раздел 3. Прочность композиционных материалов.	55	25	8	17	30	40	Устный опрос студентов, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Конструкции ракетно-космической техники из композиционных материалов.	11	6	6	0	5	10	Устный опрос студентов
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Критерии оценивания

ПСК-3

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Почему объемное содержание волокон в КМ обычно не превышает 70%?
 - № 2 Укажите способы уменьшения пористости композитного изделия при намотке.
 - № 3 Что зависит от открытости ткани?
 - № 4 Что такое препрег?
 - № 5 Формование изделий из полимерных КМ: укажите разновидности инъекции термореактивной смолы.
 - № 6 Какими волокнами армируются композиционные материалы с углеродной матрицей?
 - № 7 Какой диаметр характерен для борных волокон? Размерность - мкм.
 - № 8 На сколько групп делятся КМ по материалу матрицы?
 - № 9 Чем заполнена сердцевина борных волокон, если при их производстве используется вольфрамовая нить?
 - № 10 Что такое драпирующая способность ткани?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какова роль дисперсных частиц в дисперсно-наполненных композитах?
 - a. Соппротивление пластической деформации матрицы, связанной с наличием дислокаций.
 - b. Повышение трещиностойкости материала.
 - c. Повышение пластичности материала.
 - d. Повышение влагостойкости матрицы.
 - № 2 Какие из перечисленных достоинств относятся к стеклянным волокнам?
 - Низкие значения температурных коэффициентов линейного расширения.
 - Высокий модуль упругости.
 - Низкая стоимость.
 - Относительная прозрачность.
 - № 3 Какие недостатки относятся к борным волокнам?
 - a. Низкий модуль упругости.
 - b. Плохая складываемость.
 - c. Низкая прочность при сжатии вдоль волокон.
 - d. Высокая стоимость.
 - № 4 Какие утверждения относятся к термопластичным полимерным матрицам?
 - a. При нагревании происходит плавление смолы.
 - b. При отверждении смолы происходит химическая реакция.
 - c. Смола способна к многократному плавлению и затвердеванию.
 - d. При отверждении смолы образуется нерастворимый, неплавкий продукт.
 - № 5 К какой классификации композиционных материалов относятся волокнистые КМ?
 - a. По материалу матрицы.
 - b. По форме (геометрии) наполнителя.
 - c. По происхождению.

- № 6 d. По назначению.
Каково назначение армирующих элементов в композиционном материале?
- a. Защита матрицы от механических повреждений.
- b. Обеспечение высоких механических свойств материала.
- c. Обеспечение монолитности материала.
- № 7 d. Повышение влагостойкости материала.
Для чего используется аппрет?
- a. Для повышения прочности волокон
- b. Для защиты волокон от солнечного излучения
- c. Для обеспечения хорошей адгезии волокна с матрицей
- № 8 Укажите недостатки арамидных волокон.
- a. Плохо демпфируют удар.
- b. Очень низкая прочность при сжатии вдоль волокон.
- c. Уменьшение прочности при длительном воздействии солнечного излучения.
- d. Плохая складываемость.
- № 9 Нити из каких волокон обладают хорошей способностью к текстильной переработке?
- a. Борных.
- b. Стекланных.
- c. Угольных.
- d. Арамидных.
- № 10 Укажите два вида тканей с наибольшей драпирующей способностью.
- a. Атлас.
- b. Рогожка.
- c. Полотно.
- d. Сатин.