

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.В.13 Композиционные наноматериалы в ракетостроении»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Ракетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.13 Композиционные наноматериалы в ракетостроении» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

протокол № 7 от " 05 " февраля 2021 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЛА

должность

подпись

А.А. Горбунов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АККИ

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Горбунов А.А., 2021

© ОГУ, 2021

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- формирование у обучающихся знаний и умений в области принципов получения и технологии изготовления изделий из композиционных материалов, изучение областей применения, методов обеспечения заданных физико-механических свойств и способах обработки при разработке специализированных изделий.

**Задачи:**

- приобретение знания о видах, свойствах и области применения композиционных материалов;  
- изучение взаимосвязи между составом, строением и свойствами композиционных материалов;  
- изучение методики определения конструктивных и технологических характеристик для элементов ЛА и процессов их изготовления.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Материаловедение в ракетостроении*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Материаловедение в ракетостроении, Б1.Д.В.7 Технология ракетостроения*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-3 Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы в ракетостроении	ПК*-3-В-1 Знать: - назначение и принцип действия основных видов технологического оборудования, требования, предъявляемые к точности изготовления и сборки ПК*-3-В-2 Уметь: - разрабатывать предложения по применению новых технологических процессов и материалов ПК*-3-В-3 Владеть: - практическим опытом разработки, освоения и внедрения новых технологических процессов и материалов	<b>Знать:</b> - технологии производства ракетно-космической техники. - конструирования и проектирования ЛА с применение КМ. <b>Уметь:</b> - применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ. <b>Владеть:</b> - методами анализа предыдущего конструкторского опыта разработки и эксплуатации аналогичных изделий из КМ.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>80,25</b>	<b>80,25</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	<b>135,75</b>	<b>135,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Применение композиционных материалов в конструкции летательных аппаратов	36	6	6	2	22
2	Характеристика волокнистых композитов	36	6	6	2	22
3	Волокнистые армирующие элементы	36	6	6	2	22
4	Композиты с полимерной и углеродными матрицами	38	6	6	4	22
5	Технология выполнения соединений элементов конструкций из композиционных материалов	32	2	6	2	22
6	Методы испытаний и контроль качества конструкций из композиционных материалов	28	6	2	4	16
	Итого:	216	32	32	16	136
	Всего:	216	32	32	16	136

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1. Применение композиционных материалов в конструкции летательных аппаратов

1.1 Достоинства композиционных материалов

1.2 Эффективность применения композиционных материалов в конструкции ЛА

1.3 Основные требования, предъявляемые в ракетостроении к композиционным материалам

1.4 Общие представления о композиционных материалах

#### 2. Характеристика волокнистых композитов

2.1 Компоненты волокнистых композитов

2.2 Особенности проектирования конструкций из композитов

2.3 Гигроскопичность и влагопоглощение

#### 3. Волокнистые армирующие элементы

- 3.1 Непрерывные волокна
- 3.2 Органические волокна
- 3.3 Углеродные волокна
- 3.4 Металлические волокна
- 3.5 Характеристики прочности непрерывных волокон

#### **4. Композиты с полимерной и углеродными матрицами**

- 4.1 Процессы изготовления изделий из полимерных волокнистых композитов
- 4.2 Подготовка материала к прессованию. Подпрессовка
- 4.3 Контактно-вакуумное формование
- 4.4 Автоклавное формование
- 4.5 Намотка
- 4.6 Оценка качества изделия

#### **5. Технология выполнения соединений элементов конструкций из композиционных материалов**

- 5.1 Технология образования отверстий, резьб и гнезд
- 5.2 Технология выполнения комбинированных клееклепанных соединений
- 5.3 Технология выполнения соединений высоконагруженных узлов и деталей

#### **6. Методы испытаний и контроль качества конструкций из композиционных материалов**

- 6.1 Общая характеристика испытаний
- 6.2 Определение свойств волокнистых армирующих наполнителей
- 6.3 Контроль герметичности изделий из композиционных материалов
- 6.4 Неразрушающие методы контроля деталей и узлов из композитов

#### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Расчет параметров намотки цилиндрических оболочек	2
2	2	Компоненты волокнистых композитов	2
3	3	Характеристики прочности непрерывных волокон	2
4	4	Изготовление и расчет цилиндрических баллонов	4
5	5	Контактно-вакуумное формование	2
6	6	Расчет параметров намотки корпусов двигателей	4
		Итого:	16

#### **4.4 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Расчет параметров намотки цилиндрических оболочек	6
2	2	Компоненты волокнистых композитов	6
3	3	Характеристики прочности непрерывных волокон	6
4	4	Изготовление и расчет цилиндрических баллонов	6
5	5	Контактно-вакуумное формование	6
6	6	Расчет параметров намотки корпусов двигателей	2
		Итого:	32

#### **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

##### **5.1 Основная литература**

1. Никифорова, Э. М. Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов: Учебное пособие / Никифорова Э.М., Еромасов Р.Г., Шиманский А.Ф. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 156 с.:

ISBN 978-5-7638-3577-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/978676> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие / В. А. Илюшин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 114 с. — ISBN 978-5-7782-3858-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98719.html> (дата обращения: 15.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы [Текст] : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури.- 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. - 365 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 363. - ISBN 978-5-9963-0345-8.

4. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев.- 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2007. - 416 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Имен. указ.: с. 406-407. - Предм. указ.: с. 408-414. - ISBN 978-5-9221-0582-8.

5. Рынгач, Н. А. Проектирование и изготовление авиационных конструкций из композиционных материалов : учебное пособие / Н. А. Рынгач, К. Н. Бобин, Н. В. Курлаев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-7782-4085-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99211.html> (дата обращения: 15.10.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 5.2 Дополнительная литература

1. Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: Монография / Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с.: ISBN 978-5-9221-1408-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/852369> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

## 5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. – М. : Агенство «Роспечать», 2007. – № 1 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2009. – № 1 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2010. – № 1, 2, 4 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2012. – № 4 – 5 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2013. – № 1 – 6 [1 *чз ни*]

2. Полет: журнал. – М. : Агенство «Роспечать», 2009. – № 1 – 12 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2010. – № 1-4 – 11 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2012. – № 7 – 11 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2014. – № 1 – 11 [1 *чз ни*].

## 5.4 Интернет-ресурсы

1. [http:// www.aerocomposit.ru](http://www.aerocomposit.ru) - ЗАО «АэроКомпозит», «Информационный ресурс в области производства изделий из композиционных материалов».

2. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Базы данных».

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows.

2. Офисный пакет приложений Microsoft Office Professional Plus (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access).

3. Программное средство для выполнения математических и технических расчетов MathCAD 14.0.

4. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V14 (Проектирование и конструирование в машиностроении).

5. Универсальная САПР - платформа Nano CAD.

6. Средства для защиты от вредоносных программ и применения политик IT-безопасности Kaspersky Endpoint Security.

7. Интегрированная CAD/CAM/CAPP система сквозного проектирования ADEM, используется студентами для самостоятельной работы (в домашних условиях). Доступно бесплатно после регистрации. Разработчик : группа компаний ADEM. Режим доступа : [www.adem.ru/products/](http://www.adem.ru/products/)

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Учебные аудитории:

- компьютерный класс;
- лекционная аудитория.