

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт *Политехнический*  
Кафедра «Электро- и нанотехнологии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Электро- и нанотехнологий»  
«11» января 2023 г., протокол №4

И.о. заведующего кафедрой

 И.В. Гнидина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
*«Методы расчета элементов конструкций из полимерных  
композиционных материалов»*

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки (специальности)  
**15.04.01 Машиностроение**

с направленностью (профилем)

**Машины и технология композиционных и функциональных материалов**

Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150401-05-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Волгин В.М., профессор, докт.техн.наук, профессор  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** изучения дисциплины «Методы расчета элементов конструкций из полимерных композиционных материалов» является получение студентами теоретических знаний, умений и практических навыков в области расчета элементов конструкций из полимерных композиционных материалов.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- знакомство с актуальными методами расчета элементов конструкций из полимерных композиционных материалов;
- изучение методов расчета полимерных композиционных материалов и элементов конструкций на прочность, жесткость;
- изучение методов испытания образцов из полимерных композиционных материалов.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 1 семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) модели, характеризующие связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.1);
- 2) область и условия применения продукции из наноструктурированных композиционных материалов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.1);
- 3) устройство, принцип действия, технические характеристики, особенности эксплуатации основного и вспомогательного оборудования (код компетенции – ПК-12, код индикатора – ПК-12.1);

### **Уметь:**

- 1) разрабатывать рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов обработки материалов (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.2);
- 2) технологически обоснованно формулировать задание на выполнение проектных работ для изготовления изделий из наноструктурированных композиционных материалов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.2);
- 3) обобщать исходные данные, требования к объекту проектирования и указания по его проектированию (код компетенции – ПК-12, код индикатора – ПК-12.2);

### **Владеть:**

- 1) навыками разработки рекомендаций по применению новых материалов в технологическом процессе и формирования технического задания на их апробацию (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.3);
- 2) навыками сбора, систематизации и анализа исходной информации по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов (код компетенции – ПК-11,

код индикатора – ПК-11.3);

3) навыками разработки предпочтительных вариантов проектных решений по изготовлению изделий из наноструктурированных композиционных материалов. (код компетенции – ПК-12, код индикатора – ПК-12.3);

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
1	КР,Э	5	180	12	12	12	-	3	0,5	140,5
Итого	–	5	180	12	12	12	-	3	0,5	140,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

#### 4.2 Содержание лекционных занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>1 семестр</b>	
1	Общее представление о полимерных композиционных материалах и их применение в отечественной и зарубежной промышленности.
2	Оборудование, применяемое для изготовления полимерных композиционных материалов
3	Механические, физические и термические свойства полимерных композиционных материалов.
4	Методы расчета композиционных материалов. Постановка и формулировка задач. Конечно-элементное моделирование.
5	Технологии изготовления полимерных композиционных материалов
6	Прочностная оценка свойств композиционных материалов и конструкций. Стандартные и специализированные методы испытаний образцов и элементов конструкций из КМ

#### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>1 семестр</b>	
1	Поиск и анализ информации по теме «Полимерные композиционные материалы и их применение в отечественной и зарубежной промышленности»
2	Поиск и анализ информации по теме «Оборудование, применяемое для изготовления полимерных композиционных материалов»
3	Поиск и анализ информации по теме «Механические, физические и термические свойства полимерных композиционных материалов»
4	Поиск и анализ информации по теме «Методы расчета композиционных материалов. Постановка и формулировка задач. Конечно-элементное моделирование»
5	Поиск и анализ информации по теме «Технологии изготовления полимерных композиционных материалов»
6	Поиск и анализ информации по теме «Прочностная оценка свойств композиционных материалов и конструкций. Стандартные и специализированные методы испытаний образцов и элементов конструкций из КМ»

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>1 семестр</b>	
1	Расчет напряжений композитного цилиндра
2	Расчет термической деформация композитной пластины
3	Расчет напряжений в композитном диске колеса

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>1 семестр</b>	
1	Поиск научной литературы в области расчета полимерных композиционных материалов и изделий.
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Подготовка к лабораторным работам
4	Выполнение курсовой работы
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

## 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
1 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторных работ	5
		Работа на практических занятиях	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторных работ	5
		Работа на практических занятиях	5
		Контрольные мероприятия (тесты)	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

## Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (Экзамен)	Не зачтено	Зачтено		

## 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется стандартная аудитория, вмещающая не менее 5 студентов, оснащенная переносным видеопроектором, переносным экраном, компьютерный класс (для проведения лабораторных работ и практических занятий). Рабочее место преподавателя должно быть оснащено ноутбуком.

## 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература

1. Дмитриенко, Ю.И. Механика композиционных материалов при высоких температурах. М. : Машиностроение, 1997. 368с. : ил. ISBN /В пер./ : 26.00.

2. Ванин, Г.А. Микро-механика композиционных материалов / АН УССР.Ин-т механики. Киев : Наукова думка, 1985. 304с. : /В пер./:3р.40к.
3. Полимерные композиционные материалы : структура, свойства, технологии : учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер, Г. С. Головкин, Ю. А. Горбаткина [и др.] ; под общ. ред. А. А. Берлина. Санкт-Петербург : Профессия, 2008. 560 с. : ил. ISBN 978-5-93913-130-8 (в пер.) .
4. Алфутов, Н. А. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов / Н. А. Алфутов, П. А. Зиновьев, Б. Г. Попов. М. : Машиностроение, 1984. 263 с. : ил. (Б-ка расчетчика) . (В пер.) : 1р.40к.
5. Буланов, И.М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов : Учебник / И.М.Буланов,В.В.Воробей. М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 1998. 516с. : ил. ISBN 5-7038-1319-0 : /В пер./:55р.85к.
6. Лихачёв, А. Н. Применение полимерных композиционных материалов в изделиях авиационно-космической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Лихачёв А. Н. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. 51 с. ISBN 978-5-906920-46-1.
7. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике : пер.с англ. / О. Зенкевич ; под ред.Б. Е. Победри. М. : Мир, 1975. 541 с. : ил. (в пер.) .
8. Сайфуллин, Р.С. Физикохимия неорганических полимерных и композиционных материалов / Р.С.Сайфуллин. М. : Химия, 1990. 240с. : ил. ISBN 5-7245-0339-5 /в пер./ : 36.00.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Галинская, О. О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Галинская О. О. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. 95 с. ISBN 978-5-85546-803-8.
2. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн.. Кн.1 / под. ред. Дж. Любина ; пер. с англ. : А. Б. Геллера [и др.]. М. : Машиностроение, 1988. 448 с. : ил. ISBN /В пер./ : 2.60.
3. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн.. Кн. 2 / под. ред. Дж. Любина ; пер. с англ. : А. Б. Геллера [и др.]. М. : Машиностроение, 1988. 584 с. : ил. ISBN (В пер.) : 3.20.
4. Мануйлов, В.Ф. Расчеты процессов деформации композиционных материалов / В. Ф. Мануйлов, В. И. Смирнов, В. И. Галкин; под ред. А. И. Колпашникова. М. : Металлургия, 1992. 208 с. : ил. : 20.00.
5. Овчинский, А. С. Процессы разрушения композиционных материалов. Имитация микро- и макромеханизмов на ЭВМ / А. С. Овчинский; отв. ред. В. С. Иванова. М. : Наука, 1988. 278 с. : ил. ISBN 5-02-005986-2 /в пер./ : 4.00.
6. Носов, В. В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия [Электронный ресурс] / Носов В. В. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 240 с. ISBN 978-5-8114-1496-3.
7. Котов, А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS [Электронный ресурс] : учебное пособие / Котов А. Г. Пермь : ПНИПУ, 2008. 351 с. ISBN 978-5-398-00118-1.

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ЭБС "Book On Lime". — Интернет-ссылка для доступа к ЭБС : <https://tsutula.bookonlime.ru>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. ЭБС "Лань". — Интернет-ссылка для доступа к ЭБС : <https://e.lanbook.com>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — Интернет-ссылка для доступа : <http://www.iprbookshop.ru/>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. ЭБС «Консультант студента»: электронная библиотека технического вуза. — интернет-ссылка для доступа к ЭБС: <https://www.studentlibrary.ru>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. eLibrary : научная электронная библиотека : [сайт]. — Интернет-ссылка для доступа к НЭБ: <http://elibrary.ru/>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. КиберЛенинка : научная электронная библиотека открытого доступа : [сайт]. — URL : <http://cyberleninka.ru/>, свободный
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал. — Режим доступа : <http://window.edu.ru>

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Autodesk Education Master Suite 2010
2. COMSOL Multiphysics
3. Inkscape
4. Solid Works Education Edition 2015-2016
5. Scilab.
6. Adobe Reader
7. Пакет офисных приложений «МойОфис Профессиональный»
8. КОМПАС-3D v15
9. Mathcad Education - University Edition (100 pack)

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

ЭБС-БД «Консультант Плюс»