

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ НАНО- И БИОМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета



С.Б. Вениг

2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Материаловедение. Композитные материалы**

Направление подготовки бакалавриата

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Профиль подготовки бакалавриата

**"Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов"**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Саратов,  
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Сердобинцев Алексей Александрович		30.08.19
Председатель НМК	Михайлов Александр Иванович		30.08.19
Заведующий кафедрой	Вениг Сергей Борисович		30.08.19
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Материаловедение. Композитные материалы» является формирование у студента комплекса профессиональных знаний в области современных композитных материалов, навыков выбора и применения данных материалов, а также умений расчета их свойств.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний об основных классах композитных материалов, их производстве и применении;
- изучение свойств композитных материалов, их связи со структурой материала, а также изменение при внешних воздействиях;
- формирование владений методами и навыками теоретических исследований структуры и свойств композитных материалов;
- создание у студентов заинтересованности в непрерывном расширении кругозора и углублении знаний в области материаловедения.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Материаловедение. Композитные материалы» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов», в течение 8 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные знания по дисциплинам «Основы физического материаловедения», «Основы материаловедения многокомпонентных материалов», «Механика твердого тела», «Сопротивление материалов» и подготавливает студентов к выполнению преддипломной практики и написанию выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Материаловедение. Композитные материалы» формируются следующие компетенции:

ОПК-2 способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях;

ПК-6 способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями;

ПК-9 готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем

управления технологическими процессами.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать основные классы композитных материалов, способы их производства, а также связь их свойств с их строением;
- уметь рассчитывать свойства, исходя из его строения;
- владеть навыками выбора и применения композитных материалов на практике.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72), в том числе 36 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий: лекций – 12, практических занятий — 24) и 36 академических часов самостоятельной работы обучающихся. Формой отчетности является зачет. Выполнение курсовых работ не предусмотрено.

Таблица 1 — Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Лек	Лаб.	Пр.	СРС	
1	Введение	8	1-2	2		4	6	
2	Термодинамическое описание межфазных явлений в композитных материалах		3-4	2		4	6	Выборочный опрос. Рефераты (доклады)
3	Физические свойства композитных материалов		5-6	2		4	6	Выборочный опрос. Рефераты (доклады)
4	Виды композитных материалов		7-10	4		8	12	Выборочный опрос. Рефераты (доклады)
5	Методы исследования композитных материалов		11-12	2		4	6	Выборочный опрос. Рефераты (доклады). Итоговая контрольная работа
<b>Итого:</b>				<b>12</b>		<b>24</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>

#### Содержание дисциплины

##### 1. Введение

История, перспектива и тенденции развития композитных материалов в науке, технике и промышленности. Их классификация.

## *2. Термодинамическое описание межфазных явлений в композитных материалах*

Обобщенное уравнение термодинамики для систем с поверхностями раздела. Условие равновесия на фазовой границе с ненулевой кривизной. Формула Лапласа. Адгезия и когезия. Смачивание поверхности. Краевой угол. Уравнение Юнга. Понятия смачиваемости и несмачиваемости поверхности. Основные условия смачивания в равновесных и неравновесных системах.

## *3 Физические свойства композитных материалов*

Расчет механических свойств (модуля упругости, коэффициента Пуассона, модуля сдвига, прочности) композитных материалов. Электрофизические и оптические свойства композитных материалов.

## *4. Виды композитных материалов*

Композитные материалы с металлической матрицей. Композитные материалы с полимерной матрицей. Керамические композитные материалы. Углеродные композитные материалы.

## *5. Методы исследования композитных материалов*

Микроскопия. Акустические и ультразвуковые методы. Рентгенография. Тепловые методы.

### **Примерная тематика практических занятий (семинаров)**

- Жесткость и прочность.
- Жесткость композитов.
- Микромеханизмы разрушения композитов.
- Прочность композитов.
- Композиты, армированные короткими волокнами.
- Механика разрушения.
- Ударная стойкость.
- Влияние окружающей среды и усталость.
- Методы контроля композитов.

### **Примечание:**

Темы для семинарских занятий выбираются и конкретизируются преподавателем, ведущим семинары, по согласованию с преподавателем, читающим лекции.

### **5. Образовательные технологии**

В преподавании дисциплины «Материаловедение. Композитные материалы» используются следующие образовательные технологии:

- лекционные занятия;

- практические занятия;
- самостоятельная внеаудиторная работа.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области композитных материалов. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине в рамках подготовки доклада на практических занятиях.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся выборочные опросы по пройденному материалу.

Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

При проведении практических (семинарских) занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (ноутбуком и проектором), студентами излагаются и анализируются доклады, перечень тем которых приведен ниже.

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся не менее 50% аудиторных часов проводятся в интерактивной форме, в диалоговом режиме, режиме дискуссий, разбора конкретных ситуаций и представленных докладов, а также в обсуждении влияния особенностей строения на свойства композитных материалов.

Текущий контроль самостоятельной работы осуществляется на лекционных и практических занятиях в виде выборочного опроса и на контрольной работе в конце семестра. Оценочными средствами для контроля успеваемости являются вопросы для самопроверки и промежуточной аттестации в разделе 6, а также контрольные задания учебных пособий, перечень которых приведен в разделе 8.

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета. Зачет выставляется на основании совокупности баллов, полученных студентом в течение семестра и за промежуточную аттестацию в виде письменной работы, содержащей ответы студента на вопросы и, при необходимости, устных ответов на дополнительные вопросы. Критерии получения баллов и оценок приведены в разделе 7.

### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов в объеме 36 часов по дисциплине «Материаловедение. Композитные материалы» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и практическим занятиям, подготовке к контрольной работе, в выполнении доклада (реферата), в выполнении заданий лектора.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании докладов и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

#### Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Для получения навыков самостоятельной работы и повышения заинтересованности в непрерывном расширении кругозора и углублении знаний в области композитных материалов предлагается подготовить доклад, а его содержание оформить в виде реферата, который является обязательным.

### **Примерный перечень предлагаемых тем докладов (рефератов)**

- Оптическая микроскопия
- Электронная микроскопия
- Рентгеновская томография
- Методы испытания композитных материалов
- Методы получения композитных материалов с металлической матрицей
- Методы получения композитных материалов с полимерной матрицей
- Методы получения композитных материалов с керамической матрицей
- Методы получения углеродных композитных материалов

### **Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы**

1. Что такое композитные материалы? Какие признаки им свойственны?
2. По каким признакам классифицируют композитные материалы?
3. В чем отличие сплава от композита?
4. Условия совместимости компонентов в композите.
5. Типы связей на границе раздела между компонентами композита.
6. Что является градиентами химических потенциалов элементов в матрице и наполнителе?
7. В каких системах стабильность поверхности раздела достигается наиболее легко?
8. Что такое адгезия? От каких факторов она зависит? Условия усиления адгезии.
9. Перечислите случаи контактного взаимодействия жидкости с поверхностью твердых тел.
10. Какие условия необходимы для взаимного смачивания матрицы и волокна?
11. Аддитивные и мультипликативные физические свойства композитов.
12. Назовите основные характеристики упругих свойств композита
13. Какие величины, характеризуют прочность композита? Какие факторы на нее влияют?
14. Как влияет ориентация волокон на разрушение композита?
15. Какие свойства стекловолокон обуславливают их применение в композитных материалах?
16. Какие свойства металлических волокон обуславливают их применение в композитах?
17. Арамидные волокна и их основные свойства.
18. Методы получения композитов с металлической матрицей.
19. Методы получения композитов с полимерной матрицей.
20. Керамические композиционные материалы. Их основные свойства.
21. Углеродные композиционные материалы. Их основные свойства.
22. Оптическая схема микроскопа.
23. Принцип измерения ультразвуковыми методами.

#### 24. Рентгеновская томография.

Оценка степени освоения дисциплины осуществляется в формах текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме выборочного устного опроса на лекционных и практических занятиях, а также итоговой контрольной работы, вопросы для которой приведены ниже. Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета. Оценочными средствами для промежуточной аттестации в форме зачета являются вопросы, приведенные ниже в подразделе «Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета».

#### **Задания для контрольной работы:**

1. Сфера имеет диаметр 250 мм и толщину стенки 10 мм. Она изготовлена из изотропного материала с модулем упругости 70 ГПа и коэффициентом Пуассона 0,33. Вычислите изменение диаметра сферы под действием внутреннего давления 0,75 МПа.
2. Однонаправленный слой углепластика толщиной 1 мм имеет следующие упругие характеристики:  $E_{11} = 38,0$ ,  $E_{22} = 8,0$ ,  $G_{12} = 4,2$  ГПа и  $\mu_{12} = 0,25$ . Вычислите матрицы жесткости и податливости.
3. В однонаправленный стеклопластик вводят углеродные волокна таким образом, что полная объемная доля волокон остается неизменно и равной 0,50. Вычислить долю углеродных волокон, при которой продольный модуль упругости композита увеличивается вдвое. Модули упругости стекловолокон, углеродных волокон и матрицы равны  $E=70$  ГПа, 300 ГПа и 5 ГПа, соответственно.
4. Вычислите модуль сдвига ( $G_{12}$ ) однонаправленного композита, содержащего 65 об. % волокон. Волокна и матрица изотропны и имеют коэффициент Пуассона 0,3,  $E_v = 250$  ГПа и  $E_m = 5$  ГПа.
5. Однонаправленный композит содержит 40 об. % углеродных волокон длиной 2 мм и диаметром 7 мкм и 60 об. % поликарбонатной матрицы. Предел прочности волокон и адгезионная прочность границы раздела матрицы и волокон при сдвиге равны 2,5 ГПа и 12,5 МПа, соответственно. Вычислите критическую длину волокна  $l_c$  и оцените прочность композита при растяжении, если напряжение в матрице при разрушении волокон равно 30 МПа.

#### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета**

1. Композитные материалы. Их классификация.
2. Обобщенное уравнение термодинамики для систем с поверхностями раздела.
3. Условие равновесия на фазовой границе с ненулевой кривизной. Формула



- Лапласа.
4. Адгезия и когезия.
  5. Смачивание поверхности. Краевой угол. Уравнение Юнга. Понятия смачиваемости и несмачиваемости поверхности.
  6. Расчет модулей упругости, коэффициента Пуассона и модуля сдвига композитных материалов, армированных волокнами.
  7. Упругие свойства порошковых композитов.
  8. Предел прочности композитных материалов, армированных непрерывными волокнами.
  9. Расчет механических свойств (модуля упругости, коэффициента Пуассона, модуля сдвига, прочности) композитных материалов.
  10. Минимальная и критическая концентрация волокон в композитных материалах, армированных непрерывными волокнами. Влияние ориентации волокон на его разрушение.
  11. Электрофизические и оптические свойства композитных материалов
  12. Методы получения и основные свойства композитных материалов с металлической матрицей.
  13. Методы получения и основные свойства композитных материалов с полимерной матрицей.
  14. Методы получения и основные свойства керамических композитных материалов.
  15. Методы получения и основные свойства углеродных композитных материалов.
  16. Микроскопические методы контроля композитных материалов.
  17. Акустические и ультразвуковые методы контроля композитных материалов.
  18. Рентгенография.
  19. Тепловые методы контроля композитных материалов.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

### 8 семестр

Таблица 2 — Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
10	0	30	30	0	0	30	100

*Программа оценивания учебной деятельности студента*

### **Лекции**

Посещаемость, выборочный опрос, активность и др. – от 0 до 10 баллов

### ***Лабораторные занятия***

Не предусмотрены.

### ***Практические занятия***

Посещаемость, выборочные опросы, представление доклада, результаты контрольной работы, активность – от 0 до 30 баллов.

### ***Самостоятельная работа***

Углубленное изучение отдельных теоретических вопросов по дополнительной литературе, выполнение самостоятельных практических заданий, подготовка доклада в течение семестра – от 0 до 30 баллов.

### ***Автоматизированное тестирование***

Не предусмотрено.

### ***Другие виды учебной деятельности***

Не предусмотрены другие виды учебной деятельности.

### ***Промежуточная аттестация***

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе лекционных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Во время аттестации студент должен дать развернутый ответ на вопросы билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему изучаемому материалу. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 1 "Фонда оценочных средств").

При определении разброса баллов при аттестации используется следующая шкала ранжирования:

- 21-30 баллов – ответ на «отлично»,
- 11-20 баллов – ответ на «хорошо»,
- 6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»,
- 0-5 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Материаловедение. Композитные материалы» при проведении промежуточной аттестации в форме зачета составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Материаловедение. Композитные материалы» в оценку (зачет) осуществляется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 — Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в зачет

60 -100	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 6 и 12 недель обучения.

Зачет студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлен по решению преподавателя на основании рейтинговой оценки без сдачи ими промежуточной аттестации.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Люкшин, Б. А. Композитные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Люкшин Б. А. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 102 с
2. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 347 с.  
Экземпляры всего: 25
3. Эшби, М. Ф. Конструкционные материалы. Полный курс: учеб. пособие / М. Ф. Эшби, Д. Р. Х. Джонс ; пер. 3-го англ. изд. под ред. С. Л. Баженова. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. – 671 с.  
Экземпляры всего: 10

### б) дополнительная литература:

1. Мэттьюз, Ф. Л. Композитные материалы. Механика и технология: учебник для студентов физ. и материаловед. специальностей / Ф. Л. Мэттьюз, Р. Д. Ролингс ; пер. с англ. С. Л. Баженова. - Москва: Техносфера, 2004. - 406 с.  
Экземпляры всего: 23
2. Гладков, С. О. Физика композитов: термодинамические и диссипативные свойства / С. О. Гладков ; . - Москва : Наука, 1999. - 330 с.  
Экземпляры всего: 1
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер [и др.] ; под общ. ред. А. А. Берлина. - Санкт-Петербург : Профессия, 2008. - 557 с.  
Экземпляры всего: 3
4. Физические основы и технологии обработки современных материалов (теория, технология, структура и свойства). Том 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2004 - .Физические

основы и технологии обработки современных материалов (теория, технология, структура и свойства). Том 2 / Троицкий О. А. - 2004. - 468 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

*Leaf-*

1. Windows XP/Vista/7 Professional
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
5. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>


#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине «Материаловедение. Композитные материалы» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилем подготовки «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов».

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от «12» сентября 2016 г., протокол № 2.

Автор: доцент кафедры материаловедения,  
технологии и управления качеством,

к.т.н.  И.В. Маляр.

Зав. кафедрой материаловедения,  
технологии и управления качеством,

профессор, д.ф.-м.н.  С.Б. Вениг

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий,

профессор, д.ф.-м.н.  С.Б. Вениг