

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
материаловедения и индустрии наносистем  
Академик РАН



В.М. Иевлев

25.06.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.07.01 Конструкционные материалы**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 04.03.02 Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализация:** материаловедение и индустрия наносистем
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:** Шаров Михаил Константинович, кандидат химических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** Научно-методический совет химического факультета протокол № 5 от 17.06.2021

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год:** 2024-2025

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование у студентов представлений о конструкционных материалах, их видах, физико-химических свойствах, способах получения и областях применения.

Задачи учебной дисциплины:

- приобретение знаний об основных видах металлических и неметаллических конструкционных материалов (стали, цветные металлы и сплавы, полимеры, композиты, керамика), свойствах конструкционных материалов, как функции состава, структуры и внешних факторов, возможностях традиционных и новых конструкционных материалов.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Б1. Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Для успешного освоения данной дисциплины, студент должен предварительно изучить следующие дисциплины: Математика; Физика; Структурная химия и кристаллохимия;. Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин: Материаловедение; Наноматериалы; Материалы для электронной техники; Перспективные функциональные материалы.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен использовать знания о методах синтеза и свойствах материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для решения профессиональных задач	ПК-2.1	Способен выбирать методы синтеза материалов различного назначения (в том числе наноматериалов) в соответствии с поставленной задачей	Знать: Основные методы синтеза конструкционных материалов. Уметь: Применять знания смежных дисциплин физики и химии для поиска и создания новых конструкционных материалов. Владеть: Навыками научно-обоснованного выбора методов синтеза конструкционных материалов.
		ПК-2.2	Способен использовать знания о свойствах материалов для решения конкретных профессиональных задач	Знать: Взаимосвязь типа состава, структуры и методов термической, химико-термической и механической обработки конструкционных материалов с их свойствами. Уметь: Применять теоретические знания для решения практических задач материаловедения конструкционных материалов, технологии их производства. Владеть: Навыками исследования свойств конструкционных материалов.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. 3/108**

**Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой.**

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра 7	...
Контактная работа	84		84	
в том числе:	лекции	34		34
	практические	50		50
	лабораторные			
	курсовая работа			
Самостоятельная работа	24		24	
Промежуточная аттестация				
Итого:	108		108	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Классификация конструктивных материалов (КМ).	Основные группы конструктивных материалов. Критерии классификации конструктивных материалов.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
1.2	Сплавы на основе железа	Свойства чистого железа при изменении температуры. Диаграмма состояния системы железо-углерод. Стали и чугуны. Легированные стали. Термическая обработка стали. Химико-термическая обработка поверхности стали. Влияние вредных примесей на свойства стали.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
1.3	Сплавы цветных металлов	Сплавы на основе меди, алюминия, титана.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
1.4	Керамики и стекла	Диаграмма температура-объем процесса образования стекла. Типы неорганических стекол. Ситаллы. Керамические материалы. Структура керамических материалов. Особенности механических свойств керамических КМ.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
1.5	Полимеры	Классы полимеров. Структура полимеров. Упаковка молекул и стеклование. Механические свойства полимеров. Прочность полимеров. Термопластичные и терморезистивные полимеры. Эластомеры.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
1.6	Конструкционные композиты	Типы конструктивных композиционных материалов и их применение. Макроанизотропия. Модуль упругости композита. Механические свойства композиционных материалов.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
1.7	Виды механического разрушения материалов	Хрупкое разрушение и его механизмы. Способы подавления хрупкости. Усталостное разрушение и его механизмы. Способы улучшения усталостных	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>

		свойств. Ползучесть и разрушение. Механизмы ползучести. Выбор материалов стойких к ползучести. Трение и износ. Требования к поверхностным и объемным свойствам КМ.	w.php?id=951 1
1.8	Виды коррозионного разрушения материалов	Сухое окисление. Механизмы сухого окисления. Коррозия под действием влаги. Скорость окисления во влажных условиях. Выбор КМ, работающих во влажных условиях.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Классификация конструкционных материалов (КМ). Критерии выбора	Классификация КМ по физико-химической природе, по назначению, по технологическому исполнению.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.2	Сплавы на основе железа	Фазы в составе стали - феррит, аустенит, цементит, мартенсит. Микроструктура и свойства эвтектических смесей в составе сталей – ледебурита и перлита. Ферритные и аустенитные легированные стали. Классификация сталей по назначению. Маркировки. Группы чугунов: серый, высокопрочный с шаровидным графитом, ковкий.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.3	Сплавы цветных металлов	Сплавы на основе меди - латуни и бронзы. Сплавы на основе алюминия – дюраль и силумин. Виды сплавов титана.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.4	Керамики и стекла	Керамики, ситаллы и стекла в строительстве и машиностроении	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.5	Полимеры	Применение полимеров в машиностроении и химическом производстве.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.6	Конструкционные композиты	Применение композитов на основе металлов, керамик и полимеров.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.7	Виды механического разрушения материалов	Методы исследования деформации материалов.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>
2.8	Виды коррозионного разрушения материалов	Химические механизмы коррозионного разрушения сталей, латуней, дюралей, сплавов титана, керамик, полимеров.	ЭУМК <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Классификация конструкционных материалов (КМ).	2	2		3	7
1.2	Сплавы на основе железа	10	12		3	22
1.3	Сплавы цветных металлов	8	10		3	21

1.4	Керамики и стекла	4	6		3	14
1.5	Полимеры	4	8		3	15
1.6	Конструкционные композиты	2	4		3	9
1.7	Виды механического разрушения материалов	2	4		3	9
1.8	Виды коррозионного разрушения материалов	2	4		3	9
	Итого:	34	50		24	108

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины, необходимо

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- подготовка докладов с целью более детального изучения вопросов, рассматриваемых на лекциях;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса.
- Использование ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511>

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Материаловедение [Электронный ресурс] : Учебное пособие / С. И. Богодухов [и др.] .— Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013 .— 198 с.
2	Материаловедение [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ю. П. Земсков [и др.] .— Материаловедение, 2019-05-18 .— Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013 .— 200 с.
3	Материаловедение [Электронный ресурс] : Учебное пособие / И. М. Жарский [и др.] .— Материаловедение, 2019-06-01 .— Минск : Вышэйшая школа, 2015 .— 558 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Эшби, М. Конструкционные материалы. Полный курс : [учебное пособие] : пер. 3-его англ. изд. под ред. С.Л.Баженова / М. Эшби, Д. Джонс .— Долгопрудный : Интеллект, 2010 .— 671 с.
5	Реслер, И. Механическое поведение конструкционных материалов : [учебное пособие] / И. Реслер, Х. Хардерс, М. Бекер ; пер. с нем. С.Л. Баженова .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 502 с.
6	Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения = Physical foundations of materials science : [учебник] / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина под ред. В.П. Зломанова .— М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009 .— 400 с.
7	Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С.Л. Баженов [и др.] .— Долгопрудный : Интеллект, 2010 .— 347 с
8	Пейсахов, А.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для студентов немашиностроит. специальностей / Пейсахов А. М., Кучер А. М. — 3-е изд. — СПб. : Изд-во Михайлова В. А., 2005 .— 410 с.
9	Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение / К. Уорден ; пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова .— М. : Техносфера, 2006 .— 223 с.
10	Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов. / Ю.Д. Третьяков, В.П. Пуляев - М. : Наука, 2006. - 400 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Источник
11	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> Зональная научная библиотека ВГУ
12	<a href="http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metalloy">http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metalloy</a> Центральный металлический портал РФ. Марки металлов
13	<a href="http://www.materialscience.ru">http://www.materialscience.ru</a> Материаловедческий портал

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Володина А.Ю. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : Сборник методических рекомендации к самостоятельным работам. Специальность 270104 «Гидротехническое строительство» / А. Ю. Володина .— Материаловедение. Технология конструкционных материалов, 2019-06-22 .— Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2009 .— 63 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Использование ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9511>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** Ноутбук, мультимедийный проектор, экран

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Классификация конструкционных материалов (КМ).	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Рефераты
2	Сплавы на основе железа			
3	Сплавы цветных металлов			
4	Керамики и стекла			
5	Полимеры			
6	Конструкционные композиты			
7	Виды механического разрушения материалов			
8	Виды коррозионного разрушения материалов			
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов

**20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1 Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Темы рефератов:

1. Виды механического разрушения
  2. Виды термической обработки стали
  3. Цементит.
  4. Мартенсит.
  5. Аустенит.
  6. Классификация сталей их свойства и применение
  7. Коррозия железа, высокоуглеродистых и высоколегированных сталей
  8. Междолинные границы в железе и сталях
  9. Воронение стали
  10. Магний и его сплавы
  11. Коррозия меди и ее сплавов
  12. Коррозия алюминия и его сплавов
  13. Междолинные границы в латуни
  14. Коррозия титана в различных средах и условиях
  15. Микроструктура силумина. Междолинные и межазные границы
  16. Методы нанесения металлических покрытий
  17. Композиционные материалы на основе металлов
  18. Начи долю занятых углеродом междолин в  $\alpha$ - и  $\delta$ -феррите при температуре максимальной возможной растворимости углерода
  19. Конструкционные композиционные материалы на основе неметаллов
  20. Виды керамики и ее производство
  21. Огнеупорные материалы
  22. Биокерамика
  23. Волокнистые материалы
  24. Неорганические и органические стекла
  25. Резиновые изделия
  26. Строительные материалы (бетон, стрит. керамика, кирпич, шлакоблок). Физико-химические аспекты производства
  27. Природные строительные материалы
  28. Эвтектические композиции
  29. Материалы с эффектом памяти формы
  30. Применение наноматериалов для создания конструкционных композитов
- 

### Описание технологии проведения

Рефераты оформляются в печатном (или электронном) виде. Основные положения реферата зачитываются на практических занятиях с возможностью конспектирования наиболее существенных моментов. Время, отводимое на устный доклад около 20-30 минут.

### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Доклад оценивается по глубине раскрытия темы.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Перечень вопросов к зачету и порядок формирования КИМ:

---

1. Классификация конструкционных материалов.
2. Свойства чистого железа при изменении температуры. Диаграмма состояния системы железо-углерод. Стали и чугуны.
3. Найти плотность  $\alpha$ -и  $\beta$ - железа вблизи температур фазовых переходов  $\alpha \rightarrow \beta$  и  $\beta \rightarrow \gamma$ .
4. Мартенситные превращения. Свойства и структура мартенсита.
5. Рассчитать максимально возможные параметры ячейки мартенсита при 25 °С.
6. Механические свойства и микроструктура феррита, аустенита, цементита.
7. По известным данным о кристаллической структуре цементита рассчитать его плотность при 25 °С.

8. Механические свойства и микроструктура перлита и ледебурита.
9. Легированные стали - ферритные и аустенитные. Примеры соответствующих фазовых диаграмм состояния.
10. Растворимость углерода в аустените составляет 2.14 масс.% . Начиная с доли занятых углеродом междоузлий.
11. Виды термической обработки стали.
12. Виды химико-термической обработки поверхности стали.
13. Влияние вредных примесей на свойства стали.
14. Чугун: серый, высокопрочный с шаровидным графитом, ковкий.
15. Рассчитать долю занятых атомами углерода междоузлий в  $\delta$ -феррите при максимально возможной концентрации углерода.
16. Найти плотность  $\gamma$ -железа вблизи температуры фазового перехода  $\gamma \rightarrow \delta$ -железо и плотность  $\delta$ -железа вблизи температуры плавления.
17. Сплавы на основе меди - латуни и бронзы.
18. Сплавы на основе алюминия – дюраль и силумин.
19. Сплавы на основе титана.
20. T-V-диаграмма процесса образования стекла. Типы неорганических стекол. Ситаллы.
21. Керамические материалы. Технологии получения.
22. Термопластичные и терморезистивные полимеры. Эластомеры. Резина. Примеры.
23. Композиционные конструкционные материалы и их применение. Примеры.
24. Хрупкое разрушение и его механизмы. Способы подавления хрупкости.
25. Усталостное разрушение и его механизмы. Способы улучшения усталостных свойств.
26. Ползучесть и разрушение. Механизмы ползучести. Выбор материалов стойких к ползучести.
27. Трение и износ. Требования к поверхностным и объемным свойствам конструкционных материалов.
28. Виды коррозионного разрушения материалов.

В каждом КИМ по 2 вопроса. Первый является теоретическим, соответствует лекционному курсу или материалам докладов, второй является практическим заданием.

#### Описание технологии проведения

После получения студентом билета КИМ и бланка листа ответа, самостоятельно выполняются задания вопросов из КИМ в письменной форме. Время подготовки 45 минут. При выставлении итоговой оценки по промежуточной аттестации учитывается активность и успешность работы студента на этапах текущего контроля успеваемости.

#### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

отлично	Полный ответ на вопросы КИМ. Демонстрация навыков полученных знаний. Исчерпывающий ответ на дополнительные вопросы по тематике, не связанной с основными вопросами.
хорошо	Недостаточно полный ответ на вопросы КИМ, при понимании основных положений теории и умения их использовать. Допускаются незначительные ошибки, исправленные самостоятельно.
удовлетворительно	Недостаточно полный ответ на вопросы КИМ. Демонстрация знаний только основных понятий без углубления в детализацию.
неудовлетворительно	Нет ответа более чем на 50% учебного материала.