

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Химический факультет
Кафедра физической химии



УТВЕРЖДАЮ
проректор

«29» марта 2024 г.
МП

П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Квалификация	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения	Очная

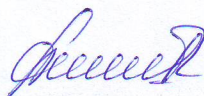
Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Полимерные композиты**» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

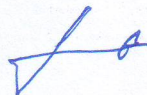
доцент кафедры физической химии,
канд. хим. наук, доц.



Р.И. Лыга

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № 14.

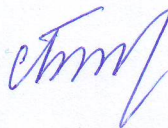
Заведующий кафедрой



В.М. Михальчук

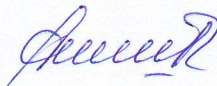
СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.



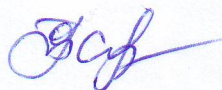
С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
канд. хим. наук, доц.
28.03.2024 г.



О.В. Баранова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы специалитета: Неорганическая химия, Аналитическая химия, Органическая химия, Физическая химия, Физика, Коллоидная химия, Высокомолекулярные соединения; Основы неорганического синтеза, Инструментальные методы химического анализа веществ, материалов и окружающей среды, Стратегия и тактика органического синтеза.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Методы анализа природных и промышленных объектов, Химия наноматериалов, Основы научных исследований, Производственная практика: научно-исследовательская работа, Производственная практика: преддипломная.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (Программа специалитета)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.4.4 Полимерные композиты
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	4,5 / 162

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + К	всего	
Очная	4	8	34	34	—	94	162	экзамен
Очная, всего								

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дать четкие представления о теоретических и экспериментальных основах науки, изучающей полимерные композиты; сформировать знания о свойствах, подходах к разработке составов, особенностях технологии производства основных типов композиционных материалов и изделий; научить ориентироваться в основных типах полимерных композитов, принципах их получения, структуре, и областях применения.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

4.3. Результаты обучения

ПК-1.1.1. Знает методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач.

ПК-1.1.2. Умеет выбирать технические средства, готовить объекты исследования и выстраивать последовательность стадий химического эксперимента.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Классификация полимерных композитов. Базовые компоненты для создания полимерных композитов	
1. Введение. Определение композиционных материалов	1.1. Понятие о полимерных композитах. 1.2. Преимущества полимерных композитов по сравнению с традиционными материалами. 1.3. Понятие композиционных материалов; история создания и перспективы развития полимерных композитов. 1.4. Классификации полимерных композитов.
2. Виды полимерных матриц	2.1. Термореактивные, термопластичные и гибридные связующие для полимерных композитов – способы получения, свойства. 2.2. Структура и свойства термопластичных и термореактивных полимерных матриц. 2.3. Преимущества и недостатки использования термопластов и реактопластов при получении полимерных композитов. 2.4. Металлические матричные материалы. Керамические матричные материалы.
3. Термореактивные связующие	3.1. Фенолоформальдегидные смолы, эпоксидные смолы, кремнийорганические смолы, ненасыщенные полиэферы, полиамиды – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
4. Термопластичные связующие	4.1. Полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, сложные полиэферы, фторопласты, полиметилметакрилат, полиамиды – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение. 4.2. Международные универсальные коды переработки пластмасс.
5. Основные виды наполнителей для полимерных композитов	5.1. Классификации наполнителей: по функциям, по агрегатному состоянию, по природе, по источнику получения, по размеру, форме частиц и структуре. 5.2. Наполнители для полимерных композитов – типы наполнителей, их основные характеристики; придание полимерным композитам специфических свойств

	<p>(фрикционных и антифрикционных, магнитных, электрических, огнестойких, фунгицидных и др.) за счет введения наполнителей определенной природы.</p> <p>5.3. Требования к идеальному наполнителю.</p>
6. Дисперсные наполнители	<p>6.1. Цель введения дисперсных наполнителей в полимеры.</p> <p>6.2. Требования, предъявляемые к дисперсным наполнителям.</p> <p>6.3. Основные характеристики дисперсных наполнителей: размер частиц, понятие о нанокompозитах, кривая распределения частиц по размерам, форма дисперсных частиц, удельная поверхность, максимальная объемная доля наполнителя в полимерной матрице, твердость.</p> <p>6.4. Основные виды дисперсных наполнителей: карбонат кальция, каолин, тальк, аэросил, сажа, древесная мука и другие наполнители природного происхождения, металлические порошки, дисульфид молибдена, полимерные наполнители.</p>
7. Армирующие элементы	<p>7.1. Цель введения армирующих элементов в полимер. Понятие об удельной прочности и удельном модуле упругости.</p> <p>7.2. Армирующие элементы для создания полимерных композитов – стеклянные, углеродные, органические, базальтовые, борные, кварцевые, асбестовые, оксидные, металлические волокна (основные характеристики, способы получения, применение).</p> <p>7.3. Волокнистые армирующие элементы. Форма и содержание волокон в полимерной матрице.</p> <p>7.4. Классификация волокон: однонаправленные непрерывные, тканые, объемного плетения, нетканые. Основные виды волокон: стеклянные, базальтовые, углеродные, борные, органические (получение, свойства, преимущества, недостатки, применение).</p> <p>7.5. Листовые армирующие элементы: ткани, шпон, бумага, пленки (основные характеристики и применение). Понятие о гетинаксе и текстолите.</p> <p>7.6. Объемные армирующие элементы. Основные характеристики: объемная масса, пористость, размер пор (ячеек). Структура и свойства объемных наполнителей.</p>
Раздел 2. Структура и свойства полимерных композитов. Методы получения и применение композитов	
8. Граница раздела фаз. Адгезия связующего к наполнителю	<p>8.1. Строение межфазного слоя. Строение межфазного слоя и адгезионная прочность систем полимер-наполнитель, полимер-армирующий элемент для наполнителей и непрерывных волокон различной природы.</p> <p>8.2. Влияние взаимодействия полимер-наполнитель и протяженности межфазного слоя на структуру и свойства полимерных композитов.</p> <p>8.3. Использование аппрета, функционализации компонентов полимерного композита для регулирования взаимодействия связующего с наполнителем.</p>

9. Свойства полимерных композитов	<p>9.1. Влияние содержания наполнителя и армирующих элементов, их формы, способа распределения в полимерной матрице, природы связующего на свойства полимерных композитов. Влияние размера и формы дисперсных частиц на модуль упругости, вязкость, прочность полимерного композита.</p> <p>9.2. Типы разрушения полимеров.</p> <p>9.3. Особенности разрушения полимерных композитов с дисперсными наполнителями и армирующими элементами.</p> <p>9.4. Укрепляющее действие наполнителей и армирующих элементов.</p>
10. Остаточные напряжения в изделиях из полимерных композитов	<p>10.1. Влияние структурирования на свойства полимерных композитов.</p> <p>10.2. Внутренние напряжения в изделиях из полимерных композитов. Причины их появления, влияние на свойства материала и способы их устранения.</p> <p>10.3. Релаксационные явления в наполненных полимерах.</p> <p>10.4. Прочность полимерных композитов – механизмы упрочнения композитов наполнителями и армирование непрерывными волокнами. Механизмы разрушения полимеров и полимерных композитов.</p>
11. Технологии получения полимерных композитов с дисперсными наполнителями	<p>11.1. Введение наполнителей в полимерную матрицу. Изготовление полуфабрикатов.</p> <p>11.2. Получение наполненных полимеров методами прессования, литья под давлением, экструзии, вальцевания, каландрирования.</p> <p>11.3. Создание полуфабрикатов и основы переработки изделий на основе наполненных полимеров.</p>
12. Технологии получения армированных пластиков	<p>12.1. Получение заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов.</p> <p>12.2. Получение армированных пластиков методами контактного формования, напыления, намотки, пултрузии.</p> <p>12.3. Создание полуфабрикатов и основы переработки изделий на основе армированных пластиков.</p>
13. Смеси полимеров. Смеси полимер – жидкость	<p>13.1. Особенности получения, структура и свойства смесей полимеров.</p> <p>13.2. Влияние на фазовую структуру размера и формы частиц, соотношения компонентов смеси, межфазного слоя.</p> <p>13.3. Модификация смесей полимеров наполнителями, пластификаторами, межфазными добавками.</p> <p>13.4. Понятие о пластификации и пластификаторах. Виды пластификаторов. Взаимодействие пластификатора с полимером.</p> <p>13.5. Структура и свойства пластифицированных полимеров и полимеров с инкапсулированными жидкостями.</p> <p>13.6. Способы получения, структура и свойства смесей полимеров с полимерами и жидкостями.</p>
14. Газонаполненные	14.1. Общая характеристика. Получение газосодержащих

полимерные материалы	<p>полимерных материалов со вспениванием и без вспенивания.</p> <p>14.2. Химические и физические газообразователи.</p> <p>14.3. Технология создания газонаполненных полимеров (пенопласты и поропласты).</p> <p>14.4. Свойства различных типов вспененных полимерных материалов: параметры структуры, механические и теплофизические свойства.</p> <p>14.5. Пенополиуретан и пенополистирол (технология получения, структура, свойства, применение).</p>
15. Применение полимерных композитов	<p>15.1. Полимерные композиты в авиа- и ракетостроении, автомобильной промышленности, машиностроении, электротехнической промышленности. Использование полимерных композитов в химической промышленности и быту.</p> <p>15.2. Производство мебели, спортивных товаров, товаров широкого потребления.</p> <p>15.3. Композиты в сельском хозяйстве, пищевой промышленности.</p> <p>15.4. Структура и физические свойства политетрафторэтилена. Его механические и триботехнические свойства.</p>

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Классификация полимерных композитов. Базовые компоненты для создания полимерных композитов	19	24	–	42	85
1. Основные понятия. Классификация полимеров.	6	6		10	22
2. Виды полимерных матриц.	2	2		12	16
3. Термореактивные связующие.	2	8		4	14
4. Термопластичные связующие.	3	4		4	11
5. Основные виды наполнителей для полимерных композитов.	2	4		4	10
6. Дисперсные наполнители.	2			4	6
7. Армирующие элементы.	2			4	6
Раздел 2. Структура и свойства полимерных композитов. Методы получения и применение композитов	15	10	–	52	77
8. Граница раздела фаз. Адгезия связующего к наполнителю.	2			8	10
9. Свойства полимерных композитов.	2	6		8	16
10. Остаточные напряжения в изделиях из полимерных композитов.	2			8	10
11. Технологии получения полимерных композитов с дисперсными наполнителями.	2	4		4	10

12. Технологии получения армированных пластиков.	2			6	8
13.Смеси полимеров. Смеси полимер - жидкость.	2			4	6
14. Газонаполненные полимерные материалы.	2			4	6
15. Применение полимерных композитов.	1			10	11
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	34	—	94	162

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Понятие о полимерных композитах. Преимущества полимерных композитов по сравнению с традиционными материалами.
2. Классификации полимерных композитов.
3. Структура и свойства термопластичных и термореактивных полимерных матриц.
4. Преимущества и недостатки использования термопластов и реактопластов при получении полимерных композитов.
5. Фенолоформальдегидные смолы, эпоксидные смолы – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
6. Кремнийорганические смолы, ненасыщенные полиэферы, полиамиды – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
7. Полиэтилен, полипропилен – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
8. Поливинилхлорид, полистирол – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
9. Сложные полиэферы, фторопласты – получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
10. Полиметилметакрилат, полиамиды - получение, структура, свойства, основные преимущества и недостатки, применение.
11. Международные универсальные коды переработки пластмасс.
12. Классификации наполнителей: по функциям, по агрегатному состоянию.
13. Классификации наполнителей: по природе, по источнику получения, по размеру, форме частиц и структуре.
14. Понятие идеального наполнителя. Требования к нему.
15. Цель введения дисперсных наполнителей в полимеры. Требования, предъявляемые к дисперсным наполнителям.
16. Основные характеристики дисперсных наполнителей: размер частиц, понятие о нанокомпозитах.
17. Кривая распределения частиц по размерам, форма дисперсных частиц, удельная поверхность, максимальная объемная доля наполнителя в полимерной матрице, твердость.
18. Основные виды дисперсных наполнителей: карбонат кальция, каолин, тальк.
19. Основные виды дисперсных наполнителей: аэросил, сажа, древесная мука и другие наполнители природного происхождения.
20. Дисперсные наполнители: металлические порошки, дисульфид молибдена, полимерные наполнители.

21. Цель введения армирующих элементов в полимер. Понятие об удельной прочности и удельном модуле упругости.

22. Волокнистые армирующие элементы. Форма и содержание волокон в полимерной матрице.

23. Классификация волокон: однонаправленные непрерывные, тканые, объемного плетения, нетканые. Основные виды волокон: стеклянные, базальтовые, углеродные, борные, органические (получение, свойства, преимущества, недостатки, применение).

24. Листовые армирующие элементы: ткани, шпон, бумага, пленки (основные характеристики и применение). Понятие о гетинаксе и текстолите.

25. Объемные армирующие элементы. Основные характеристики: объемная масса, пористость, размер пор (ячеек). Структура и свойства объемных наполнителей.

Раздел 2

26. Строение межфазного слоя полимер-наполнитель. Влияние взаимодействия полимер-наполнитель и протяженности межфазного слоя на структуру и свойства полимерных композитов. Использование аппрета, функционализации компонентов полимерного композита для регулирования взаимодействия связующего с наполнителем.

27. Влияние содержания наполнителя, размера и формы дисперсных частиц на модуль упругости, вязкость, прочность полимерного композита.

28. Механизмы разрушения полимеров. Особенности разрушения полимерных композитов с дисперсными наполнителями и армирующими элементами. Укрепляющее действие наполнителей и армирующих элементов.

29. Влияние структурирования и внутренних напряжений на свойства полимерных композитов. Релаксационные явления в наполненных полимерах.

30. Введение наполнителей в полимерную матрицу. Изготовление полуфабрикатов. Получение наполненных полимеров методами прессования, литья под давлением, экструзии, вальцевания, каландрирования.

31. Получение заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов. Получение армированных пластиков методами контактного формования, напыления, намотки, пултрузии.

32. Особенности получения, структура и свойства смесей полимеров. Влияние на фазовую структуру размера и формы частиц, соотношения компонентов смеси, межфазного слоя.

33. Модификация смесей полимеров наполнителями, пластификаторами, межфазными добавками. Понятие о пластификации и пластификаторах. Виды пластификаторов.

34. Взаимодействие пластификатора с полимером. Структура и свойства пластифицированных полимеров и полимеров с инкапсулированными жидкостями.

35. Общая характеристика и получение газосодержащих полимерных материалов со вспениванием и без вспенивания. Химические и физические газообразователи.

36. Свойства различных типов вспененных полимерных материалов: параметры структуры, механические и теплофизические свойства. Пенополиуретан и пенополистирол (технология получения, структура, свойства, применение).

37. Полимерные композиты в авиа- и ракетостроении, автомобильной промышленности, машиностроении, электротехнической промышленности.

38. Полимерные композиты в производстве мебели, спортивных товаров, товаров широкого потребления, сельского хозяйства, пищевой промышленности.

7.2. Темы письменных работ

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – студенты пишут две письменные контрольные работы по двум разделам дисциплины:

Раздел 1. Классификация полимерных композитов. Базовые компоненты для создания полимерных композитов.

Раздел 2. Структура и свойства полимерных композитов. Методы получения и применение композитов.

Задания контрольных работ охватывают все темы (задания имеют или формат тестовых заданий, или составлены с использованием указанных выше контрольных вопросов).

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Химический факультет

Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Образовательная программа:	Специалитет
Семестр	8
Учебная дисциплина	Полимерные композиты

БИЛЕТ №1

1. Преимущества и недостатки использования термопластов и реактопластов при получении полимерных композитов.

2. Строение межфазного слоя полимер-наполнитель. Влияние взаимодействия полимер-наполнитель и протяженности межфазного слоя на структуру и свойства полимерных композитов. Использование аппрета, функционализации компонентов полимерного композита для регулирования взаимодействия связующего с наполнителем.

3. Рассказать о применении полимерных композитов в авиа- и ракетостроении, автомобильной промышленности, машиностроении, электротехнической промышленности. Назвать примеры.

Утверждено на заседании кафедры физической химии, протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой
Экзаменатор

В.М. Михальчук
Р.И. Лыга

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, выполнении эксперимента и т.п.).

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
	Устный коллоквиум	10
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
	Устный коллоквиум	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;

– экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 9 корпусе ДонГУ (г. Донецк, ул. Щорса, 17а). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием компьютерных технологий дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Нанотехнологии : азбука для всех / [Н. С. Абрамчук, С. М. Авдошенко, А. Н. Баранов и др.] ; под ред. Ю. Д. Третьякова. – 2-е изд. – Москва : Физматлит, 2009. – 365 с.
2. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А. А. Берлин, С. А. Вольфсон, В. Г. Ошмян, Н. С. Ениколопов. – Москва : Химия, 1990. – 237 с.
3. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учеб. пособие для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000) – Химия / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010.
4. Фистуль, В. И. Новые материалы : Состояние, проблемы, перспективы. – М. : МИСИС, 1995. – 144 с.

5. Помогайло, А. Д. Наночастицы металлов в полимерах / А. Д. Помогайло, А. С. Розенберг, И. Е. Уфлянд. – М. : Химия, 2000. – 672 с.
6. Буравлев, Ю. М. Основы материаловедения : [Учебник] / Ю. М. Буравлев ; Донец. нац. ун-т. – Донецк : ДонНУ, 2002. – 341 с.
7. Материаловедение и технология конструкционных материалов : Учеб. для студентов вузов / Ю. П. Солнцев, В. А. Веселов, В. П. Демянцевич и др. ; Под ред. Ю. П. Солнцева. – 2-е изд. – М. : МИСИС, 1996. – 576 с.
8. Мэттьюз Ф. Композитные материалы. Механика и технология : Учеб. для студентов физ. и материаловед. специальностей / Ф. Мэттьюз, Ролингс ; Пер. с англ. С. Л. Баженова. – М. : Техносфера, 2004. – 407 с.
9. Фистуль, В. И. Физика и химия твердого тела : Учеб. для студентов вузов, обучающ. по направлению и спец. «Материаловедение и технология новых материалов» : В 2 т. Т. 2. – М. : Металлургия, 1995. – 320 с.
10. Ханин, М. В. Изнашивание и разрушение полимерных композиционных материалов / М. В. Ханин, Г. П. Зайцев. – Москва : Химия, 1990. – 252 с.
11. Петрова, Е. В. Синтез и свойства микро- и наноразмерных предшественников керамики и компонентов полимерных композиционных материалов [Электронный ресурс] : монография / Е. В. Петрова, А. Ф. Дресвянников ; Казанский федеральный университет. – Казань : Изд-во Казанского университета, 2015. – 227 с.
12. Синтез и свойства высокомолекулярных соединений: учебно-методическое пособие / Р. И. Лыга, В. М. Михальчук, Т. Б. Полищук и др. – Донецк: ДонНУ, 2020. – 130 с.
- 11.2. Дополнительная литература
13. Белошенко, В. А. Эффект памяти формы в полимерах и его применение / В. А. Белошенко, В. Н. Варюхин ; Донец. физ.-техн. ин-т им. А. А. Галкина. – К. : Наук. думка, 2005. – 189 с.
14. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. Кн. 2 / под ред. Дж. Любина ; пер. с англ. А. Б. Геллера и др. под ред. Б. Э. Геллера ; [Ч. Уитман и др.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 580 с.
15. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. Кн. 1 / под ред. Дж. Любина ; пер. с англ. А. Б. Геллера и др. под ред. Б. Э. Геллера ; [Д. В. Росато и др.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 446 с.
16. Третьяков, Ю. Д. Введение в химию твердофазных материалов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» / Ю. Д. Третьяков, В. И. Путляев ; МГУ им. М. В. Ломоносова. – М. : Изд-во Московского университета : Наука, 2006. – 399 с.
17. Раков, Э. Г. Нанотрубки и фуллерены : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 210602 «Нanomатериалы» / Э. Г. Раков. – М. : Логос, 2006. – 374 с.
18. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : Учеб. пособие по направлению подгот. «Прикл. математика и физика» / Д. Брандон, У. Каплан ; Пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова. – М. : Техносфера, 2004. – 377 с.
19. Брык, М. Т. Деструкция наполненных полимеров / М. Т. Брык. – Москва : Химия, 1989. – 190 с.
20. Сайфуллин, Р. С. Физикохимия неорганических полимерных и композиционных материалов / Р. С. Сайфуллин. – Москва : Химия, 1990. – 239 с.
21. Новикова, О. А. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах / О. А. Новикова, В. П. Сергеев ; АН УССР, Ин-т пробл. материаловедения им. И. Н. Францевича. – Киев : Наук. думка, 1989. – 217 с.
22. Ковтунов, А. И. Слоистые композиционные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для подготовки магистров по дисциплине «Новые

конструкционные материалы» по направлению 15.04.01 «Машиностроение», магистерской программе «Технология и оборудование для пайки» / А. И. Ковтунов, С. В. Мямин, Т. В. Семистенова ; Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра «Сварка, обработка материала давлением и родственные процессы». – Тольятти : ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2017. – 75 с.

23. Сутягин В. М. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. – 5-е изд., стер. – СПб : Лань, 2020. – 208 с.

24. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов: учебное пособие / В.Е. Галыгин, Г.С. Баронин, В.П. Таров, Д.О. Завражин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 180 с.

25. Конструкционные полимерные композиты : учебное пособие / Н. А. Адаменко, А. В. Фетисов, Г. В. Агафонова. – Волгоград : ВГТУ, 2010. – 99 с.

26. Композиционные материалы : учебное пособие / С. В. Ананьин, Е. С. Ананьева, В. Б. Маркин. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2007. – 94 с.

27. Аскадский, А. А. Введение в физико-химию полимеров / А. А. Аскадский, А. Р. Хохлов. – Москва : Научный мир, 2009. – 380 с.

28. Виноградова С. В., Васильев В. А. Поликонденсационные процессы и полимеры. – М.: Наука, 2000. – 373 с.

29. Белевитин, В. А. Материаловедение: новые конструкционные материалы: учебное пособие / В. А. Белевитин, Е. А. Гнатышина, Е. Н. Смирнов, М. Л. Хасанова. – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2019. – 55 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «**КиберЛенинка**»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «**Лань**»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив** ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614).
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919).
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений).
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).