

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09

Композиционные материалы со специальными свойствами

Учебный план: 2025-2026 18.03.01 ИПХиЭ НКИБ ОЗО №1-2-93.plx

Кафедра: **32** Наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им.
А.И.Меоса

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Наноинженерия, композиты и биоматериалы

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
10	УП	18	9	80,75	0,25	Зачет
	РПД	18	9	80,75	0,25	
Итого	УП	18	9	80,75	0,25	
	РПД	18	9	80,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

д.т.н., профессор

Анисимов Андрей
Валентинович

старший преподаватель

Лукичева Наталья
Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой наноструктурных волокнистых
и композиционных материалов им. а.и.меоса

Асташкина Ольга
Владимировна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Асташкина Ольга
Владимировна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области разработки, анализа и исследования свойств полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов, применяемых в специальных областях науки и техники.

1.2 Задачи дисциплины:

- рассмотреть общие понятия о полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалах специального назначения;

- познакомить с основными эксплуатационными характеристиками (физико-механическими, электрическими, термическими, химическими, биохимическими и др. свойствами) композитов специального назначения, а также с методами их определения и анализа ;

- показать основные области применения композитов специального назначения.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Получение наночастиц

Материаловедение наполнителей для композиционных материалов

Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)

Химия полимерных связующих

Технология полимерных композиционных материалов

Технология производства химических волокон — наполнителей для композиционных материалов

Физико-химия наноструктурных полимерных материалов

Процессы получения наноструктурных полимерных материалов

Основы проектирования производства композиционных материалов

Введение в нанотехнологию

Технология получения биологически активных полимерных материалов

Физика и химия полимеров, синтез, структура и свойства высокомолекулярных соединений

Метрология, стандартизация и сертификация

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен организовывать проведение испытаний технологических и функциональных свойств наноструктурированных композиционных материалов
Знать: комплексы эксплуатационных свойств композиционных материалов со специальными свойствами и методик их оценки с учетом нормативно-технических документов
Уметь: проводить анализ эксплуатационных характеристик композитов со специальными свойствами и оценивать влияние технологий и параметров их получения на свойства готовой продукции
Владеть: навыками работы на приборах для исследования эксплуатационных свойств композитов специального назначения
ПК-6: Способен измерять характеристики экспериментальных наноструктурированных композиционных материалов
Знать: основные эксплуатационные характеристики композиционных материалов со специальными свойствами и методики их оценки
Уметь: оценивать эксплуатационные характеристики полимерных композиционных и наноструктурированных композиционных материалов специального назначения.
Владеть: навыками измерения характеристик эксплуатационных свойств композиционных и наноструктурированных композиционных материалов специального назначения

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Общие понятия, подходы к классификации, классификация композиционных материалов специального назначения	10					О
Тема 1. Понятие о композиционных материалах со специальными свойствами. Многообразие композитов специального назначения, области применения.		1		5		
Тема 2. Принципы и подходы к классификации композитов со специальными свойствами. Барьерные материалы.		1		7		
Раздел 2. Различные виды полимерных композиционных материалов со специальными свойствами						Д
Тема 3. Композиционные материалы со специальными физико-механическими свойствами; механические свойства полимерных блоков, волокон и композитов: прочность, модуль упругости, удельная прочность, удельный модуль упругости, текучесть, релаксация. Деформация и износостойкость. Прочность армирующих элементов композитов: тканей, нетканых материалов, трикотажа и т.д. Фрикционные и антифрикционные композиты. Практическое занятие: Взаимосвязь структуры и свойств композиционных материалов: принципы разработки полимерных композиционных материалов с высокими физико-механическими свойствами. Виды прочности. Методики определения и расчета физико-механических характеристик. Фрикционные и антифрикционные композиты		4	2	14		
Тема 4. Сэндвичевые, сотовые и ячеистые материалы и конструкции. 3D- и nD-структуры, 3D-композиты. Практическое занятие: Сэндвичевые и многослойные композиты: принципы создания, преимущества, области применения		2	1	8,75		

<p>Тема 5. Композиционные материалы для тепло-, термо- и огнезащиты. Принципы создания огне- и термостойких материалов. Методы повышения огнестойкости полимерных композиционных материалов Практическое занятие: Методы оценки и определения тепло-, термо-, огнезащитных свойств. Антипирены для полимеров и композитов: виды, принципы действия, синергетический эффект. Интумесцентные покрытия. Аэрогели. Абляционные покрытия</p>	2	2	9		
<p>Тема 6. Электропроводящие и магнитоактивные материалы: полимеры, волокна, композиты. Способы получения, свойства и области применения Практическое занятие: Электропроводность полимерных материалов: методики определения. Принципы создания диэлектрических, полупроводниковых и электропроводящих композитов. Композитные материалы для молниезащиты. Композиты с магнитными свойствами: примеры, способы получения, области применения</p>	2	1	8		
<p>Тема 7. Биостойкость полимеров, волокон и композиционных материалов. Биоинертные, биоактивные, биоразрушаемые материалы: виды, способы получения, области применения. Биополимеры. Практическое занятие: Способы придания биоактивных свойств полимерным материалам. Материалы медицинского назначения. Иммобилизация биологически активных препаратов и клеток в структурах волокнистых материалов и композитов</p>	1	1	6		
<p>Тема 8. Хемостойкость полимерных материалов и композитов. Устойчивость к действию агрессивных сред, электрохимическая устойчивость. Гидрофильность и гидрофобность. Практическое занятие: Гидро- и лиофобные (фильные) полимерные материалы. Методы оценки хемостойкости, принципы улучшения/снижения хемо-, гидростойкости композиционных материалов. Области применения</p>	1	1	6		
<p>Раздел 3. Отдельные представители полимерных композиционных материалов специального назначения</p>					
<p>Тема 9. Оптические волокна и композиты с ними. Практическое занятие: Способы получения, свойства и области применения оптоволокон и композитных материалов на их основе</p>	2	1	8		Д

Тема 10. Сорбционно-активные материалы и композиционные материалы на их основе. Сорбция, адсорбция, десорбция. Сорбенты: классификация, свойства. Иониты и углеродные сорбенты: получение, области применения.		2		9		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	9	80,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		27,25		80,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	перечисляет основные эксплуатационные свойства композиционных материалов со специальными свойствами; дает классификацию композиционных материалов специального назначения; излагает методики, используемые для анализа свойств композиционных материалов; проводит анализ основных свойств композитов специального назначения, анализирует влияние технологии получения композита на его свойства; использует приборную базу для изучения эксплуатационных свойств композитов специального назначения, их прекурсоров.	
ПК-6	раскрывает основные характеристики полимерных композиционных материалов со специальными свойствами, которые необходимо усвоить для определения областей эксплуатации композитов; описывает методики, используемые для анализа композиционных материалов; оценивает эксплуатационные свойства полимерных композиционных и наноструктурированных композиционных материалов; применяет знания полученные при обучении для исследования эксплуатационных характеристик полимерных композиционных и наноструктурированных композиционных материалов	

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Исчерпывающее владение понятиями курса: композиционные материалы со специальными свойствами, эксплуатационные свойства. Знание основных приемов анализа и исследования свойств полимерных композиционных материалов. Выполнение на должном уровне всех заданий по курсу.	
Не зачтено	Незнание основных положение и понятий по курсу, отсутствие понятий о различиях в свойствах и областях применения полимерных композиционных материалов. Отсутствие ответов на вопросы преподавателя. Невыполнение основных заданий по курсу.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 10	
1	Понятие о полимерных композиционных материалах специального назначения. Примеры вариантов классификаций.
2	Барьерные композиты: виды и области применения.
3	Многослойные полимерные композиционные материалы (ПКМ), сэндвичевые ПКМ: технологии получения, свойства, области применения.
4	1D и 2D – композиты, получение, области использования, свойства.
5	3D-структуры как наполнители для полимерных композиционных материалов и углерод-углеродных композиционных материалов. Свойства, области применения композиционных материалов (КМ) с 3D-наполнителями.
6	Абляция. Материалы и композиты, препятствующие абляции: получение, области использования, конкретные примеры применения.
7	Биоразлагаемые полимеры: виды, свойства, области использования.
8	Биологически активные полимеры и композиты: виды, свойства, области использования.
9	Композитные материалы в медицине: конкретные примеры, классификация, области применения.
10	Огнезащита, антипирены и их классификация, интумесцентные материалы и покрытия.
11	Синергические эффекты при использовании антипиренов: конкретные примеры.
12	Огнеупорные и теплозащитные композиционные материалы, аэрогели и композиты на их основе: свойства.
13	Оптически-активные композиты: классификация, способы получения, области применения, конкретные примеры.
14	Ячеистые композиты: виды, классификация, технологии получения, области использования, свойства, конкретные примеры.
15	Сорбционно-активные материалы и полимерные композиционные материалы на их основе: технологии получения, свойства, применение.
16	Теплозащитные композиционные и полимерные композиционные материалы: конкретные примеры, классификация, технологии получения, свойства.
17	Углеродные сорбенты: гранульные и волокнистые, конкретные примеры, классификация, свойства, композиты на основе углеродных сорбентов, получение.
18	Фрикционные/антифрикционные материалы и покрытия, антифрикционные полимерные композиционные материалы: конкретные примеры, области применения (конкретные примеры).
19	Электропроводящие композиционные материалы (ПКМ): конкретные примеры получения и областей применения, свойства.
20	Оптоволокна. Композиты на их основе. Способы получения, свойства, области применения.
21	Металлсодержащие композиционные материалы и нанокompозиты: получение, свойства, области использования.
22	Фторполимерные композиты (композиционные материалы с фторопластовыми наполнителями и матрицами).
23	Композиционные материалы, содержащие наночастицы углерода: получение, свойства и области использования.
24	Экстремальные эксплуатационные характеристики углеродных волокон и углепластиков.
25	Сравнительный анализ характеристик углепластиков и углерод-углеродных композиционных материалов.
26	Сравнительный анализ эксплуатационных свойств непрерывно- и дисперснонаполненных композиционных материалов. Роль структуры композиционного материала.
27	Гидрофобные и гидрофильные материалы. Способы придания гидрофобности.
28	Сравнительный анализ прочностных характеристик различных видов непрерывных наполнителей: тканей, трикотажа, однонаправленных лент, 3D-изделий, нетканых материалов и т.д.
29	Устойчивость полимеров и композитов к действию агрессивных сред. Хемостойкость.
30	Взаимосвязь структуры и свойств полимерных композиционных материалов. Показать на конкретных примерах и цифрах.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Обосновать выбор связующего при получении УУКМ для термозащиты из следующего ряда:
-поливиниловый спирт (ПВС),
-фенолформальдегидная смола (ФФС),
-эпоксидная смола (ЭС).
2. Обосновать выбор углеродного наполнителя для получения УУКМ для модулей электроустановок водородной энергетики из следующего ряда:
- ткань из полипропилена (ТП),
- ткань из углеродного волокна (ТУВ),
- нетканый материал из углеродного волокна (НУВ).
3. Обоснуйте, как следует действовать для повышения огнестойкости поливинилхлоридных материалов и композитов на их основе.
4. Нарисовать картинку с каплей воды на поверхности гидрофильного и гидрофобного материалов.
5. Рассчитать степень набухания полимерного материала в растворителе. Если до контакта с растворителем его объем (V_1) составлял 5 см³, а после контакта объем (V_2) – 7 см³
6. Нарисовать принципиальную схему и объяснить принцип определения сопротивления четырех контактным методом.
7. Рассчитайте площадь поверхности частицы углерода кубической формы и длиной ребра – 1 см.
8. Рассчитайте какой из наполнителей обладает большей удельной прочностью и во сколько раз: 1) Углеродное волокно. Прочность на растяжение 2,5 ГПа, плотность 1,9 г/см³;
2) Стекловолокно. Прочность на растяжение 2,5 ГПа, плотность 2,5 г/см³.
9. Прочность на растяжение композита (волокна) равна 0,5 ГПа (G). Рассчитать удельную прочность композита, если его плотность (d) составляет 1 г/см³
10. Какова кинетика набухания образца полимера, если исходная масса составила 0,1 г, после 5 мин контакта с раствором — 0,125 г, после 10 мин — 0,175 г, после 20 мин — 2,0 г, после 30 мин — 2,1 г. Выразить графически.
11. Нарисовать кривые (графики) кинетики набухания ограниченно, неограниченно набухающих полимеров и полимера, набухающего с контракцией.
12. Защитное действие антипиренов NH₄Cl и Al(OH)₃. Реакции, объясняющие их действие.
13. Рассчитать удельную поверхность 1 г углеродных нановолокон плотностью 1 г/см³ и диаметром 100 нм (площадь торцевых поверхностей не учитывать).
14. Рассчитать кажущуюся плотность композита с матрицей из полипропилена высокого давления (ПВД), содержащего 10% УНТ с плотностью 1,38 г/см³.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»
Выполнение и сдача всех заданий текущего контроля.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет проводится по билетам. В билете два вопроса. Время для подготовки ответа до 40 минут. Далее устное собеседование.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
О. В. Асташкина, Н. С. Лукичева, А. А. Лысенко, Д. А. Петрова	Технология полимерных композиционных материалов. Непрерывно-наполненные композиционные материалы	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202244

О. В. Асташкина, А. А. Лысенко, Н. Ф. Уварова, Д. А. Петрова	Практические аспекты сорбционных процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202245
Асташкина О. В., Дианкина Н. В., Лысенко А. А., Ширшова Е. П.	Технология полимерных композиционных материалов. Дисперсно-наполненные композиционные материалы.	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021162
О. В. Асташкина, А. А. Лысенко, Н. С. Лукичева	Эксплуатационные свойства композиционных материалов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202346
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Лысенко А. А., Русова Н. В., Цыбук И. О., Уварова Н. Ф.	Эксплуатационные свойства композиционных материалов. Композиты конструкционного назначения	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018119
Холодников, Ю. В.	Промышленные композиты	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2023	https://www.iprbooks.hop.ru/133015.html
Лысенко А. А., Кузнецов А. Ю.	Композиционные материалы на основе волокнистых наполнителей со специальными свойствами. Композиты со специальными свойствами	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3102
Лысенко А.А., Асташкина О.В., Кузнецов А.Ю., Уварова Н.Ф.	Технология полимерных композиционных материалов. Получение композиционных материалов темплатным методом	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018226
Асташкина О. В., Лысенко А. А., Дианкина Н. В., Тагандурдыева Н., Кузнецов А. Ю.	Сорбционно-активные наноматериалы	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019137
Лысенко А. А., Буринский С. В., Асташкина О. В., Цыбук И. О.	Полимерные композиционные материалы со специальными свойствами. Бумаги со специальными свойствами.	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018228
Асташкина О. В., Лысенко А. А., Кузнецов А. Ю., Перминов Я. О.	Композиционные барьерные материалы	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2940
Лысенко А. А., Асташкина О. В., Саклакова Е. В.	Каталитически-активные наноматериалы, получение, свойства. Металлсодержащие углеродные материалы	СПб.: СПбГУПТД	2016	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3321

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>
 Электронно-библиотечная система IPRbooks [электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookschop.ru/>
 Научная электронная библиотека Elibrary [электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
 Microsoft Windows

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска