

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09

Композиционные материалы со специальными свойствами

Учебный план: 2026-2027 18.03.01 ИПХиЭ НКИБ ОО №1-1-93.plx

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

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Наноинженерия, композиты и биоматериалы
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
8	УП	18	18	71,75	0,25	3	Зачет
	РПД	18	18	71,75	0,25	3	
Итого	УП	18	18	71,75	0,25	3	
	РПД	18	18	71,75	0,25	3	

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	8					О,Т
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. Практическое занятие: Разнообразие композиционных материалов специального назначения, примеры, основные термины и понятия		1	2	5		
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	4	12		
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	2	7,75		

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		2	2	8		
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		2	2	8		
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		1	1	6		
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		1	1	6		
Раздел 3. Отдельные представители полимерных композиционных материалов специального назначения						
Тема 9. Оптические волокна и композиты с ними. Практическое занятие: Способы получения, свойства и области применения оптоволокон и композитных материалов на их основе		2	2	7		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. Практическое занятие: Композиты-сорбенты: виды, свойства, способы получения, области применения		2	2	7		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	18	71,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		36,25		71,75		

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 8	
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 предусмотрено

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 (V1) составлял 5 см³, а после контакта объем (V2) – 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, 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
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. Ф. Уварова, Д. А. Петрова	Практические аспекты сорбционных процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202245
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
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
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
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., 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., 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., 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
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
Холодников, Ю. В.	Промышленные композиты	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2023	https://www.iprbooks.hop.ru/133015.html
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

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/>

Российский институт стандартизации [электронный ресурс]. URL: <http://www.gostinfo.ru/>

Журнал "Композитный мир" [электронный ресурс]. URL: <https://compositeworld.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