

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Функциональные нанокompозиты на полимерной основе

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	ЕНиТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)		
Учебный план	28.03.02 Нанотехнологии; 08.03.01 Строительство		
Направленность (профиль)	Инженерия нанокompозитных материалов в строительстве		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	128	Виды контроля в семестрах: экзамен, 7 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	52		
самостоятельная работа	44		
часов на контроль	32		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	52	52	52	52
Контактная работа	52	52	52	52
Сам. работа	44	44	44	44
Часы на контроль	32	32	32	32
Итого	128	128	128	128

Программу составил(и):

Бондаренко Л.И., доцент, _____

Рецензент(ы):

Пророкова Н.П., профессор, _____

Рабочая программа дисциплины

Функциональные нанокompозиты на полимерной основе

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.02 Нанотехнологии. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 923
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (Приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

составлена на основании учебного плана

28.03.02 Нанотехнологии; 08.03.01 Строительство

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

ЕНИТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)

Зав. кафедрой Красильников И.В. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой ЕНИТБ Красильников И.В. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	- изучение свойств функциональных нанокompозитов на полимерной основе; - изучение влияния состава нанокompозита на его свойства;
Задачи:	- формирование у обучающихся знаний и умений, позволяющих прогнозировать определенные свойства нанокompозитов, а также способность управлять этими свойствами в современных технологиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Для успешного усвоения дисциплины обучающийся должен Знать: - основные законы неорганической, органической и физической химии, иметь понятие о механизмах химических реакций, строении атома. Уметь: - решать типовые химические, физические и технологические задачи, использовать основные химические законы и справочные данные; работать в коллективе; пользоваться персональным компьютером для поиска информации и решения профессиональных задач. Владеть: - методами поиска и обмена информацией в локальных и глобальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами; - методами проведения физических и химических измерений.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Производственная практика(преддипломная) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы)

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ПК-12:Способен проектировать функциональные полимерные нанокompозиты и «умные» материалы для строительной индустрии на основе понимания их физико-химических свойств и наноразмерных эффектов	
ПК-12.2. Прогнозирует определенные свойства нанокompозитов и управлять свойствами в современных технологиях разработки технологии получения умных материалов с заданными	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- основы технологии функциональных нанокompозитов: основные понятия, закономерности процессов получения нанокompозитов и их математическое описание, классификацию функциональных нанокompозитов на полимерной основе; - физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов; - методы прогнозирования свойств нанокompозитов в зависимости от состава и структуры, а также методиками реализации процессов формирования нанокompозитов.
Уметь:	- создавать компонентный состав, а также находить параметры направленного синтеза для управления свойствами функциональных нанокompозитов на полимерной основе; - эксплуатировать измерительное оборудование, применяемое для определения свойств наноструктурированных композиционных материалов
Владеть:	- навыками проведения измерений характеристик опытного образца нано-структурированных функциональных композиционных материалов на полимерной основе; - навыками проведения сопоставительных испытаний свойств опытного образца наноструктурированных функциональных композиционных материалов и выпускаемой продукции.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Введение. Современные полимерные функциональные и многофункциональные композиционные материалы			
/Лек/	7	8	
/Пр/	7	10	
/СР/	7	13	
Раздел 2. Особенности технологии и состава полимерных нанокомпозитов			
/Лек/	7	10	
/СР/	7	13	
Раздел 3. Функциональные нанокомпозиты на полимерной основе			
/Лек/	7	10	
/Пр/	7	14	
/СР/	7	18	
/Эк/	7	32	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. Чтение лекций по данной дисциплине может проводиться как в классическом виде (монолог, монолог-диалог, проблемное изложение), так и с использованием мультимедийных презентаций. Презентация позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на рисование на доске схем, написание формул и других сложных объектов, что дает возможность увеличить объем излагаемого материала. Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в учебниках, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т.д. Электронная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала. Обучающимся предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к экзамену. Для подготовки к практическим занятиям обучающимся (индивидуально или по 2-3 человека) в начале семестра даются темы докладов. Раскрыть тему доклада обучающийся может с использованием мультимедийных презентаций, демонстрацией интерактивных компьютерных моделей или (с помощью преподавателя) посредством демонстрационного эксперимента. В обсуждение темы включаются все обучающиеся, оценка выставляется с учетом полноты и доступности представляемого материала, оригинальности проекта и активности студента при обсуждении других докладов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
1. Доклад Примерные темы для доклада на семинаре «Обзор современных функциональных полимерных композиционных материалов, их классификация»: - Магнитные эластомеры. - Электропроводящие ПКМ. - Применение композитов в авиа- и судостроении. - Роль ПКМ в космической технике. 2. Тесты - Какое из нижеприведенных выражений наиболее подходит в качестве определения композиционных материалов (композитов)? - материалы, в которых компоненты связаны друг с другом сильными ковалентными связями; - материалы, состоящие из двух или более фаз с четкой межфазной границей; - материалы, в которых границы раздела фаз видны визуально; - материалы, в которых сочетаются органические и неорганические вещества. - Какие из нанокомпозитов не могут существовать? - органика/органика; - неорганика/неорганика; - органика/ неорганика; - правильного ответа нет. - Какую роль в композиционных материалах выполняет матрица? - обеспечивает монолитность материала; - обеспечивает передачу и распределение напряжения в наполнителе; - определяет тепло-, огне- и химическую стойкость; - все вышеперечисленное. - Какую роль выполняют армирующие наполнители? - увеличивают пластичность композиционных материалов; - препятствуют окислению металлической матрицы; - воспринимают основную долю нагрузки композиционных материалов; - удешевляют себестоимость композиционных материалов.

5. В дисперсноармированных композитах наполнитель находится в виде:

- а) грубодисперсных частиц произвольной формы;
- б) тонкодисперсных частиц или наночастиц;
- в) пленок, пластинок, слоистых наполнителей;
- г) нановолокон, нанотрубок, нитевидных кристаллов.

3. Вопросы к экзамену

1. Современные полимерные композиционные материалы. Определение и классификация полимерных композитов.
2. Механические аспекты взаимодействия компонентов полимерного композиционного материала (ПКМ). Упругопластические свойства ПКМ.
3. Особенности структуры и свойств ПКМ с высоким содержанием волокон. Гибридные и градиентные армированные пластики с регулируемыми механическими свойствами.
4. Основные виды связующих ПКМ. Термоактивные связующие (олигомеры). Термопластичные связующие (полимеры). Модифицированные матричные полимеры.
5. Основные виды наполнителей и армирующих элементов ПКМ. Классификация наполнителей. Классификация армирующих элементов.
6. Композиты со стекловолокнистым наполнителем. Композиты с углеволокнистым наполнителем. Композиты с органоволокнистым наполнителем. Влияние модифицирования матричных полимеров на адгезионную прочность ПКМ.
7. Принципы регулирования свойств ПКМ. Структура наполненных ПКМ в зависимости от состава, размера и формы частиц наполнителя.
8. Технология получения дисперсно-наполненных пластических масс Полимеризационное и поликонденсационное наполнение полимеров.
9. Применение полимерных композиционных материалов. Ракетно-космические системы. Авиационные системы. Наземный транспорт. Судостроение. Электрорадиотехника. Строительство. Химическая промышленность. Военное дело и средства безопасности. Композиты для спорта и отдыха
10. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния.
11. Устойчивость наноразмерных частиц: кинетическая и агрегативная. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров, «золотое число».
12. Адсорбция полимеров на металлических поверхностях, возможные механизмы взаимодействия полимер-металл, механическая адсорбция и хемосорбция.
13. Влияние температуры, природы растворителя и pH среды на процессы адсорбции. Моделирование процессов адсорбции методом Монте-Карло.
14. Полимерные сурфактанты как стабилизаторы (водные мицеллы, обратные мицеллы, микоземulsion, везикулы, полимерные везикулы, монослои, пленки Ленгмюра-Блоджетт, двуслойные жидкие мембраны).
15. Основные функции сурфактантов, их агрегационное поведение. Диблок-сополимеры, блок-сополимерные мицеллы.
16. Условия и механизм стабилизации наноразмерных частиц (НРЧ) полимерами. Теория «молекулярного припоя».
17. Влияние природы НРЧ частицы и полимера на механизм стабилизации.
18. Стабилизация НРЧ полиэлектролитами. Факторы, определяющие адсорбцию поли-электролитов на заряженной поверхности НРЧ.
19. Сочетание стерической и зарядовой стабилизации. Теоретические модели стабилизации НРЧ полиэлектролитами.
20. Поверхностная защита. Поры, как один из факторов, определяющих стабилизирующую способность матрицы. Матрицы полимеров привитого типа, прививочная полимеризация.
21. Матричная изоляция. Способы матричной изоляции НРЧ. Смешение НРЧ с латексами, предварительное приготовление дисперсий со стабилизатором перед введением полимера, формирование НРЧ непосредственно в полимерной матрице.
22. Механизмы матричной изоляции.
23. Процессы структурообразования в присутствии НРЧ. Повышение термостойкости полимерных композиций и других свойств ПНК.
24. Электропроводящие ПНК. Методы получения. Распределение наполнителя в матрице.
25. Характер взаимодействий полимер-наполнитель в электропроводящих ПНК. Механизмы переноса электрического заряда. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Порог перколяции.
26. Зависимость удельной проводимости от природы полимера, степени дисперсности наполнителя и характера распределения наполнителя в полимерной матрице. Влияние введения непроводящих наполнителей.
27. Магнитные ПНК. Магнитные свойства композитов. Магнитные эффекты: Диамагнетизм, парамагнетизм и кооперативный магнетизм (ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм).
28. Основные виды наполнителей. Методы получения магнитных ПНК.
29. Магнитные параметры композитов (кривая намагничивания, относительная магнитная проницаемость, петля магнитного гистерезиса, коэрцитивная сила). Зависимость магнитного поведения

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РПД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Рыжонков Р.И.	Наноматериалы : учебное пособие для вузов, ,	М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008,
Л1.2	Анциферов В.Н. и др. ; под ред. Ю.С. Карабасова	Новые материалы : учебное пособие, ,	М.: МИСИС, 2002,
Л1.3	Елисеев А. А.	Функциональные наноматериалы : учебное пособие, ,	Москва : Физматлит, 2010.,

7.1.2 Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Помогайло А. Д., Джардималиева Г.И.	Мономерные и полимерные карбоксилаты металлов, 399 с., ,	Москва: Физматлит, 2009,
Л2.2	Галяветдинов Н. Р.	Технология обработки материалов: полимеры : учебное пособие, ,	Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2020. ,
Л2.3	Илюшин В. А.	Нanomатериалы: учебное пособие, ,	Новосибирск : НГТУ, 2019. ,
Л2.4	Коноплева А. А., Гатауллин А. Р., Галяметдинов Ю. Г.	Физикохимия композиционных полимерных материалов : учебное пособие , ,	Казань : Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018.,
Л2.5	Звонарев С. В.	Функциональные и конструкционные наноматериалы : учебно- методическое пособие, ,	Екатеринбург : УрФУ, 2018. ,
Л2.6	Блохин А. Н., Бураков А. Е., Буракова И. В. и др.	От композитов к нанокомпозитам (классификация, особенности, технология получения, применение и свойства): учебное электронное издание : учебное пособие, ,	Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. ,
7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы			
E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: https://moodle.ivgpu.ru/			
7.3. Информационное обеспечение дисциплины			
7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства			
	Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows XP Professional (лицензия №42475881 от 13.07.2007), Microsoft Office Standart 2007 (лицензия №44711992 от 21.10.2008), Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия №64873126 от 03.06.2015), Microsoft Office Standart 2010 (лицензия №64714165 от 30.01.2015), MATLAB R2015b (лицензия №4647528 от 24.12.2015), Свободно распространяемое: Mozilla Firefox, Google Chrome, Libre Office, Open Office, Total Commander, 7-Zip, Adobe Reader, PascalABCNET, WinDjView, PTC Mathcad Prime 3.0 и др.		
7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
7.3.2.1	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru		
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/		
7.3.2.3	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/		
8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)			
В качестве материально-технической базы используется учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенное проектором и ноутбуком. Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета			

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления.

В ходе практического занятия внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы. Принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами касающихся содержания темы практического занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения. С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем. При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносимых на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю. В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно РПД дисциплины.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Контроль самостоятельной работы обучающихся и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- выступление с докладом;

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.