

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Раздел 3. Механические и физические свойства наноструктурированных материалов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	ЕНиТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)		
Учебный план	28.03.02 Наноинженерия; 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	26		
самостоятельная работа	70		
часов на контроль	32		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лекции	14	14	14	14
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	26	26	26	26
Контактная работа	26	26	26	26
Сам. работа	70	70	70	70
Часы на контроль	32	32	32	32
Итого	128	128	128	128

Программу составил(и):

Бондаренко Л.И., доцент, _____

Рецензент(ы):

Комарова Т.А., доцент, _____

Рабочая программа дисциплины

Раздел 3. Механические и физические свойства наноструктурированных материалов

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия. 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 Наноинженерия; 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 И.В. Красильников _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой ЕНиТБ Красильников И.В. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	сформировать у студентов комплексные знания о механических и физических свойствах наноструктурированных материалов, необходимых для решения профессиональных задач в области материаловедения и нанотехнологий.
Задачи:	изучить строение и свойства наноструктурированных материалов различных типов; освоить методы определения физико-механических свойств наноматериалов; проанализировать связь между структурой, свойствами и эксплуатационными характеристиками наноструктурированных материалов; изучить современные подходы к управлению свойствами наноматериалов для конкретных применений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.01.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Для успешного усвоения дисциплины обучающийся должен знать: - основные законы общей и квантовой физики уметь: - решать типовые физические и технологические задачи, использовать основные законы и справочные данные; работать в коллективе; пользоваться персональным компьютером для поиска информации и решения профессиональных задач владеть: - методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами; - методами проведения физических и химических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении научного эксперимента.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Раздел 4. Реализация процессов синтеза нанокompозитных материалов Производственная практика (преддипломная практика) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы)

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ПК-5: Способен анализировать причины несоответствия наноструктурированных композиционных материалов требованиям потребителя и разработка предложений по их предупреждению и устранению	
ПК-5.1. Анализирует причины брака наноструктурированных композиционных материалов, несоответствия наноструктурированных композиционных материалов требованиям потребителя	
ПК-5.2. Подготавливает предложения по внесению изменений в технологический регламент производства наноструктурированных композиционных материалов	
ПК-7: Способен корректировать и разрабатывать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов	
ПК-7.1. Анализирует существующие методики оценки структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов, их применимости и достоверности	
ПК-7.2. Корректирует существующие методы исследования с учетом необходимости определения новых характеристик	
ПК-7.3. Разрабатывает новые методологические подходы к оценке характеристик новых материалов	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- физико- химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов; - основы технологии и методы получения наноструктурированных композиционных материалов; - методы получения композиционных материалов; - стандарты, положения, инструкции и другие руководящие материалы по технологической подготовке производства; - порядок составления заявок на изобретения и открытия
Уметь:	- составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты; - осуществлять необходимые расчеты по проведенным анализам, испытаниям и исследованиям; - производить оценку структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов различными методами исследования; - выбирать методы и средства проведения исследований и разработок
Владеть:	- анализом причин брака наноструктурированных композиционных материалов, несоответствия наноструктурированных композиционных материалов требованиям потребителя; - навыками подготовки предложений по внесению изменений в технологический регламент производства наноструктурированных композиционных материалов; - анализом существующих методик оценки структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов, их применимости и достоверности; - навыками корректировки существующих методов исследования с учетом необходимости определения новых характеристик; - навыками разработки новых методологических подходов к оценке характеристик новых материалов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Особенности структурного состояния нанокристаллических материалов. Тема 1. Особенности структурного состояния нанокристаллических материалов. Тема 2. Свойства наноструктурированных материалов.			
/Лек/	7	4	
/Пр/	7	4	
/СР/	7	20	
Раздел 2. Основы технологии и методы получения наноструктурированных материалов. Тема 1. Технологии получения консолидированных материалов и полупроводников. Тема 2. Пористые и аморфные наноматериалы. Тема 3. Фуллерены, фуллериты и нанотрубки. Тема 4. Структура и свойства наноконпозиционных материалов			
/Лек/	7	6	
/Пр/	7	4	
/СР/	7	20	
Раздел 3. Наноконпозитные покрытия. Тема 1. Структура и свойства нанокристаллических пленок и покрытий. Тема 2. Наноконпозитные покрытия. Тема 3. Применение конструкционных наноструктурированных материалов в технике.			
/Лек/	7	2	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	20	
Раздел 4. Применение конструкционных наноструктурированных материалов в технике. Тема 1. Нанокристаллические покрытия в промышленности. Тема 2. Потенциальные возможности применения углеродных нанотрубок.			
/Лек/	7	2	
/Пр/	7	2	
/СР/	7	10	
/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. В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. Чтение лекций по данной дисциплине будет проводиться 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. Презентация также позволяет ознакомить студентов со схемами и общим видом уникальных приборов исследования и диагностики наноматериалов. Обучающимся предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к экзамену. При проведении практических занятий для расшифровки и трактовки показаний приборов планируется использование реальных экспериментальных данных, полученных в результате измерения характеристик наноматериалов, полученных в ВУЗах и институтах Российской академии наук, в том числе, при участии обучающихся. Предусматривается приглашение на практические занятия ведущих специалистов, специализирующихся в различных областях анализа функциональных свойств наноматериалов, ознакомление на практике с приборами для оценки свойств наноматериалов, имеющимися в лабораториях ИВГПУ, ИХР РАН.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
Примерные темы докладов

1. Порошковая металлургия получения наноматериалов.
 2. Получение нанокристаллических материалов с использованием метода интенсивной пластической деформации.
 3. Уникальные свойства углеродных нанотрубок и перспективы их использования.
 4. Применение конструкционных наноструктурированных материалов в технике.
 5. Наногетерогенные композиционные материалы и области их применения.
- Примерные вопросы к экзамену по дисциплине «Механические и физические свойства наноструктурированных материалов»
1. Наноматериалы и их классификация (физическая, геометрическая).
 2. Методы получения объемных нанокристаллических наноматериалов.
 3. Методы нанесения тонких покрытий.
 4. Методы вакуумной ионно-плазменной технологии. Основные требования к покрытиям.
 5. Размерные эффекты в наноматериалах.
 6. Электросопротивление наноструктурированных материалов.
 7. Твердость, прочность и пластичность наноструктурированных материалов.
 8. Механические свойства объемных наноструктурированных материалов. Закон Холла – Петча.
 9. Влияние размера зерна и объемной доли границ зерен на свойства наноструктурированных материалов.
 10. Свойства нанопокровов. Влияние на микротвердость толщины наноразмерных покрытий.
 11. Отношение H_v/E , как критерий эффективности упрочнения наноразмерных покрытий.

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	Илюшин В. А.	Наноматериалы: учебное пособие, ,	Новосибирск : НГТУ, 2019. ,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Плохов А.В.	Физические и механические свойства материалов : учебник, ,	Новосибирск: НГТУ, 2018,
Л2.2	Носов, В. В.	Механика неоднородных материалов : учебное пособие, ,	Санкт-Петербург : Лань, 2021,
Л2.3	Сошина, Т. О.	Новые материалы и технологии. Практикум, ,	Санкт-Петербург : Лань, 2023,

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 Windows 7 Professional (лицензия №49261729 от 04.11.2011, №64714165 от 30.01.2015), Microsoft Office Office Standart 2007 (Лицензия №44711992 от 21.10.2008), Microsoft Office Office Standart 2010 (Лицензия №64873126 от 03.06.2015) Свободно распространяемое: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Libre Office, Open Office, Total Commander, 7-Zip, Foxit PDF Reader, GIMP, и др.
--	--

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

В качестве материальной базы используются аудитории кафедры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

1. Аудитория с мультимедийным оборудованием (проектором и ноутбуком).
2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено 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)

Практические занятия

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 и проекта включаются вся группа, оценка выставляется с учетом полноты и доступности представляемого материала, оригинальности проекта и активности обучающегося при обсуждении других докладов.

Контроль самостоятельной работы обучающихся и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- выступление с докладом;
- проведения экзамена.

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.