

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт прикладной математики, физики и информатики
(Наименование института)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

_____ К.С. Хорьков

_____ 30 » _____ 08 _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ

(наименование дисциплины)

направление подготовки

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Нанотехнологии и микросистемная техника (бакалавриат)

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир
Год 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Введение в нанотехнологии» является приобретение студентами знаний в терминологии, материаловедении и практических применений наноматериалов, позволяющих ориентироваться в основных приложениях нанотехнологий/нанонауки.

Задачей учебного курса – ознакомление с основными классификациями наноструктурированных материалов и принципами работы диагностического оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Введение в нанотехнологии» относится к обязательным дисциплинам базовой части. Программа предназначена для подготовки бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника». Курс «Введение в нанотехнологии» базируется на ранее полученных знаниях студентов, приобретенных в курсах общей физики. Он направлен на ознакомление размерных эффектов и свойств нанообъектов, методов их получения, приобретению навыков работы с установками по получению и диагностики наноматериалов, на общее расширение компетенции студентов в области нанотехнологий.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.</p> <p>УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.</p>	<p>Знает базовые принципы системного анализа;</p> <p>правила составления аналитических документов;</p> <p>правила оформления ссылок на библиографические описания;</p> <p>основные философские понятия и теории, связанные с описанием устройства окружающего мира, а также их связь с законами и принципами развития;</p> <p>формулируемыми естественно-гуманитарными, естественными и техническими науками.</p> <p>Умеет выделять базовые составляющие задачи;</p> <p>осуществлять декомпозицию задачи;</p> <p>соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности;</p> <p>формулировать альтернативные подходы к решению задач в рамках выбранных видов профессиональной деятельности, в том числе на основе обобщения законов и методов различных наук, результатов из информационных источников.</p> <p>Владеет опытами использования индуктивного и дедуктивного подходов к решению задач;</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

		практическим опытом работы с информационными источниками; навыками использования диалектического метода познания при анализе и синтезе информации различной природы и в различном контексте;	
ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учётом экономических, экологических, интеллектуально-правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов	ОПК-2.1. Знает особенности правового регулирования профессиональной (в том числе интеллектуальной) деятельности, законодательство РФ в области охраны труда, моральные и социально-правовые ограничения общества, экономические основы производства и финансовой деятельности предприятия, основы экологии и экологического законодательства. ОПК-2.2. Умеет составлять типовые контракты, выбирать режим правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности, использовать основные экономические категории и экономическую терминологию, оценивать экологические ограничения в профессиональной деятельности. ОПК-2.3. Владеет приемами безопасного с экологической точки зрения использования технических средств в профессиональной деятельности, навыками социального взаимодействия на основе принятых в обществе и профессиональной деятельности моральных и правовых норм, базовыми методами экономической оценки проектов различного рода в профессиональной деятельности.	Знает: законодательство РФ в области охраны труда; нормы права и нормативно-правовые акты Российской Федерации; моральные и социально-правовые ограничения общества; особенности правового регулирования профессиональной деятельности; основные законы и законодательные акты, связанные с интеллектуальной деятельностью; экономические основы производства и финансовой деятельности предприятия; основы экологии и экологического законодательства. Умеет: составлять типовые контракты, обеспечивать правовую чистоту заключаемых договоров; выбирать режим правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности; использовать основные экономические категории и экономическую терминологию; оценивать экологические ограничения в профессиональной деятельности. Владеет: приемами безопасного с экологической точки зрения использования технических средств в профессиональной деятельности; навыками социального взаимодействия на основе принятых в обществе и профессиональной деятельности, моральных и правовых норм; основами рыночной экономики; менеджментом инновационных проектов.	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.1. Знает перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающего безопасную работу при производстве и исследовании материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, основы нанобезопасности. ОПК-5.2. Умеет оценивать по критериям эффективности и безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и	Знает: перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающего безопасное производство при производстве и исследовании материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; основы нанобезопасности. Умеет: оценивать по критериям эффективности и безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание

	микросистемной техники. ОПК-5.3. Владеет методами анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.	микросистемной техники. Владеет: методами анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.	
--	--	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Классификация наноматериалов. Размерный эффект.	1	1-2	2	2		2	4	
2	История развития нанонауки и нанотехнологии	1	3-4	2	4		3	2	
3	Технологии получения наноматериалов. Нанобезопасность.	1	5-10	8	4		4	14	Рейтинг-контроль №1
4	Методы диагностики и свойства наноматериалов.	1	11-16	4	8		4	14	Рейтинг-контроль №2
5	Применения наноструктур в производстве и науке.	1	17-18	2	-		1	2	Рейтинг-контроль №3
Всего за 1 семестр:		1	18	18	18	-	14	36	Зачет оценкой
Наличие в дисциплине КИ/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		-	-	18	18	-	-	36	Зачет оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Классификация наноматериалов. Размерный эффект.

Лекция 1. Классификация нанообъектов и их характерные особенности: кристаллическая, геометрическая, электронная структуры. Размерные зависимости физико-химических свойств материалов в классическом и квантовом приближениях.

Раздел 2. История развития нанонауки и нанотехнологии.

Лекция 1. Древние цивилизации и нанотехнологии. Ричард Фейнман и наномир. Современное состояние нанонауки и присуждение Нобелевских премий по физике

Раздел 3. Технологии получения наноматериалов. Нанобезопасность.

Лекция 1. Формирование материалов по механизму «снизу-вверх» и «сверху-вниз».

Лекция 2. Методы механического и физического диспергирования

Лекция 3. Методы химического диспергирования. Биологические методы получения материалов

Лекция 4. Искусственное наноформообразование: пучковые и зондовые методы литографии. Особенности техники безопасности при работе с нанообъектами

Раздел 4. Методы диагностики и свойства наноматериалов.

Лекция 1. Методы определения дисперсности наноматериалов и определения элементного состава

Лекция 2. Методы анализа фазового состава и исследования поверхности материалов

Раздел 5. Применения наноструктур в производстве и науке.

Лекция 1. Применения наноматериалов в промышленных технологиях, в медицине, в робототехнике, в строительных технологиях; Математическое моделирование в нанотехнологиях.

Содержание практических занятий по дисциплине

1. Получение тонких пленок методом лазерной абляции. Сравнительный анализ кольцевых зон в атмосфере воздуха и в вакууме
2. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Диагностика зерен тонкой пленки
3. Получение наночастиц методом лазерной абляции в жидкость
4. Метод динамического рассеяния света для анализа дисперсного состава коллоидного раствора
5. Изучение влияния поляризации лазерного луча на лазерную модификацию поверхности тонких пленок
6. Определение ближнего/дальнего порядка наноструктурирования поверхности по результатам растровой электронной микроскопии
7. Статистическая обработка результатов экспериментов

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Примерный список вопросов к рейтинг-контролю №1

1. Дайте определение понятиям наночастица, нанотрубка, графен;
2. Дайте определение размерному эффекту;
3. Отнесите нанопорошки по размерности к нужной группе:
 - одномерные;
 - двумерные;
 - трехмерные;
 - многомерные;и дисперсности к нужной группе:
 - нульмерные;
 - одномерные;
 - двумерные;
 - трехмерные.

Примерный список вопросов к рейтинг-контролю №2

1. Приведите пример дисперсных сред, в которых дисперсная фаза находится в жидком состоянии, а среда – в газовом;
2. В чем заключается принцип формирования наноматериалов по механизму «сверху-вниз». Какими методами можно это осуществить?

Примерный список вопросов к рейтинг-контролю №3

1. Использование наноматериалов в древних цивилизациях: какие материалы и для каких применений;
2. Назовите методы определения дисперсности и метода определения структуры наноматериалов;
3. Техника безопасности при работе с наноматериалами.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине:

1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию;
2. Классификация дисперсных систем по размерам;
3. Методы механического диспергирования;
4. Методы физического диспергирования;
5. Методы химического диспергирования;
6. Принцип формирования материалов «снизу-вверх»;
7. Структура наноразмерных материалов;
8. Размерный эффект;
9. Исследование элементного состава наноматериалов;
10. Исследование фазового состава наноматериалов;
11. Методы изучения поверхности;
12. Применения наноматериалов в промышленных технологиях;
13. Применения наноматериалов в медицине;
14. Применения наноматериалов в науке;
15. Применения наноматериалов в робототехнике;
16. Применения наноматериалов в строительных технологиях;
17. Математическое моделирование в нанотехнологиях.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Вопросы для контроля самостоятельной работы:

1. Классификация нанообъектов;
2. Оптические характеристики наносред;
3. Функциональные и конструкционные наноматериалы;
4. Механизмы роста пленок из пара;
5. Особенности методов консолидации наноматериалов;
6. Лазерная наномодификация поверхности;
7. Методы зондовой технологии для создания наноматериалов;
8. Методы изучения свойств наноматериалов;
9. Лазерная абляция твердых материалов.

Примерный список тем рефератов:

1. Ричард Фейнман и наномир;
2. Нобелевская премия по физике за 2010 А. К. Гейма и К. С. Новосёлова;
3. Древние цивилизации и нанотехнологии;
4. Разработка Роберта Фулла (Robert Full) из Беркли;
5. Фантастические применения: нанокружка, нанолифт, нанопиллюли;
6. ДНК- и РНК-нанотехнологии;
7. Промышленный синтез молекул лекарств и фармакологических препаратов четко определенной формы (био-пептиды);

8. Применение нанотехнологий в компьютерной технике: центральные процессоры;
9. Применение нанотехнологий в компьютерной технике: жёсткие диски (GMR-эффекта);
10. Гибкие тонкие экраны (гибкие контакты на наноуглероде);
11. Применение нанотехнологий в технике для передачи огромных объёмов информации;
12. Квантовые компьютеры, нанотехнологии и наноплазмоника;
13. Нанотехнологии и робототехника;
14. Нанороботы репликаторы и их создание;
15. Атомно-силовая микроскопия;
16. Магнитно-силовая микроскопия;
17. Сканирующая электронная микроскопия;
18. Микроскопия ближнего поля;
19. Просвечивающая электронная микроскопия;
20. Малоугловое рассеяние и динамическое рассеяние света;
21. Анализ траекторий наночастиц, динамическое светорассеяние, седиментационный анализ, ультразвуковые методы;
22. Рентгенодифракционные методы;
23. Электронная спектроскопия;
24. Колебательная микроскопия;
25. Оже-спектроскопия;
26. Нейтронная дифрактометрия;
27. Магнитная нейтронография;
28. Воздействие нанообъектов на живые организмы;
29. Токсичность наноматериалов;
30. Мониторинг воздействия наноматериалов на живую и неживую природу;
31. Результаты научного проекта 7 рамочной европейской программы по нанобезопасности.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Аракелян С.М., Введение в фемтонанопотонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие / С.М. Аракелян, А.О. Кучерик, В.Г. Прокошев, В.Г. Рау, А.Г. Сергеев; под общ. ред. С.М. Аракеляна - М. : Логос, 2017. - 744 с.	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html
2. Ремпель, А. А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / А. А. Ремпель, А. А. Валеева. — Екатеринбург : Уральский федеральный	2015	http://www.iprbooks.hop.ru/68346.html

университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 с.		
Дополнительная литература		
1. Неволин, В. К. Квантовая физика и нанотехнологии / В. К. Неволин. — Москва : Техносфера, 2013. — 128 с.	2013	http://www.iprbooks.hop.ru/16975.html
2. Барыбин А.А., Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учеб. пособие / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина - Красноярск : СФУ, 2011.	2011	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763823967.html

6.2. Периодические издания

1. Научный журнал «Квантовая электроника». Архив номеров. Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/qe/archive>.
2. Научно-технический журнал «Оптический журнал». Архив номеров. Режим доступа: <http://opticjournal.ru/emags.html>.
3. Научно-технический журнал «Фотоника». Архив номеров. Режим доступа: <http://www.photonics.su/>.
4. Журнал «Успехи физических наук» Архив номеров. Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/>.
5. Журнал «Письма в Журнал технической физики» Архив номеров. Режим доступа: <http://journals.ioffe.ru/journals/4>.

6.3. Интернет-ресурсы

1. Лазерный портал. - Режим доступа: <http://www.laserportal.ru>
2. Лазерная ассоциация - Режим доступа: <http://www.cislaser.com>
3. Exponenta.ru. Образовательный математический сайт. - Режим доступа: <http://exponenta.ru/>
4. Сайт института проблем лазерных и информационных технологий - Режим доступа: <http://www.laser.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы*. Практические работы проводятся в 106-3, 107-3, 105-3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения MS Word, MS Excel, Matlab.

Рабочую программу составил

ассистент каф. ФиПМ Кузнецова Е.Г.
(должность, ФИО, подпись)

Рецензент

Генеральный директор ООО «ВладИнТех»

А.В. Осипов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол №1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой

(ФИО, подпись)

С.М. Аракелян

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.01
Протокол №1 от 30.08.2021 года
Председатель комиссии _____

С.М. Аракелян

(ФИО, должность, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2022 года

Заведующий кафедрой _____

С.И. Абрамкин

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____