ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____Е.И.Скафа
"___21___" декабря ____2016 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Профиль подготовки: Общий

Образовательный
уровень выпускника: Академический бакалавр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физико-технического факультета
_____ Малюк Н.Г.
«__16__» _____декабря_____ 2016 г.

М.П.

Программа учебной дисциплины «**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ**» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «04» апреля 2016 г. №284 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

д. ф.-м. н., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий — А. Г. Петренко

к.физ.-мат. н., доцент, доцент кафедры общей физики и дидактики физики — А.В. Головчан

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № _8_ от "_12__" ___декабря_____2016 г.

Зав. кафедрой теоретической физики и нанотехнологий — В.Н. Варюхин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики
Протокол № 5 от «17» ноября 2016 г.

Зав. кафедрой общей физики и дидактики физики — Б.И. Бешевли

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № _4__ от "__14__"_____декабря_____ 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета — Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Программа учебной дисциплины «Методы исследования наноматериалов» является частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки **03.03.02 «Физика»** и состоит из двух модулей: содержательный модуль 1 «Методы получения нанопорошков», содержательный модуль 2 «Методы получения и исследования тонких пленок, аморфных и керамических материалов»**.**

Учебная дисциплина «Методы исследования наноматериалов» принадлежит к вариативной части профессионального блока учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: «Общая и экспериментальная физика (Механика)», «Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика)», «Математический анализ», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Общая и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм)», «Общая и экспериментальная физика (Оптика)».

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины *(модуля)*

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	СПО (ускор.)	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	**03.03.02 «Физика»**				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	2 (8)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок, Вариативная часть**				
Формы контроля	Зачет, модульный контроль				
Показатели	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	**СПО (ускор.)*	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	2				
Количество часов	72				
Год подготовки	4				
Семестр	8				
Количество часов					
- лекционных	10				
- практических, семинарских					
- лабораторных	20				
- самостоятельной работы	42				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	3				

СОО – среднее общее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель изучения дисциплины «Методы исследования наноматериалов» - формирование знаний и умений студента в областях современных методов, средств и технологий исследования новых материалов.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

общекультурные компетенции (ОК):

- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

- способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

- способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основных типов нанокристаллических материалов;
- иметь представление о структуре нанокристаллических материалов и ее особенности;
- основных принципов химической термодинамики;
- механизмов формирования различных типов нанокристаллических материалов;
- перспективы применения нанокристаллических материалов;
- взаимосвязи структуры и физико-химических свойств нанокристаллических материалов.

уметь:

- определять структуру и свойства нанокристаллических материалов с помощью экспериментальных методов;

- исследовать влияние методов получения на физические и механические свойства нанокристаллических материалов;
- изменять структуру и свойства нанокристаллических материалов с помощью методов термической и физико-химической обработки.

владеть:

- навыками определения структуры и свойств нанокристаллических материалов с помощью экспериментальных методов, исследования влияния методов получения на физические и механические свойства нанокристаллических материалов, изменения структуры и свойств нанокристаллических материалов с помощью методов термической и физико-химической обработки.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1 «Методы получения нанопорошков»
Тема 1. Наноструктурные материалы, определение и классификация наноматериалов.	Наноразмерные системы. Физика поверхности наночастиц, соотношение размеров и числа атомов, удельная поверхность нанопорошков. Наноструктурные материалы, определение и классификация наноматериалов.
Тема 2. Методы получения нанопорошков. .	Структура твердотельных систем пониженной размерности. Главные определения и характеристики нанопорошков. Механическое измельчение. Механо-химический синтез, плазмохимический метод. Гидротермальный синтез. Метод термического разложения. Метод электровзрыва и нановзрывной синтез. Получение мультиметаллических оксидов и композитов. Метод совместного осаждения. Преимущества и недостатки различных методов.
Тема 3. Консолидация нанопорошков	Компактирование нанопорошков. Влияние давления на плотность компактов. Влияние связь на плотность компактов. Фазовое превращение, индуцированное давлением. Спекание нанопорошков. Структура консолидированных керамических материалов. Влияние исходного размера зерна и температуры. Механизмы роста оксидных наночастиц в условиях термических воздействий**.**
Тема 4. Методы рентгеноструктурного анализа и компьютерной обработки данных для исследования деформированного состояния.	Рентгеноструктурный анализ. Формула Де Бройля. Закон Вульфа-Брегга. Метод Селякова-Шеррера. Графический и аналитический методы аппроксимации. Графический и аналитический методы моментов.
	Содержательный модуль 2 «Методы получения и исследования тонких пленок, аморфных и керамических материалов»
Тема 5.	Спиннингование раствора.

Методы получения и исследования свойств аморфных материалов.	
Тема 6. Методы исследования тонких пленок.	Выращивание эпитаксиальных слоев. Магнетронное распыление керамической мишени. Временная термометрия. Гальваномагнитные методы исследования
Тема 7. Экспериментальные методы для оценивания свойств наноматериалов. .	Аналитический обзор и сравнения.
Тема 8. Методы исследования керамических материалов.	Оптическая микроскопия. Механические измерения. Исследования поверхности. Метод определения удельной поверхности наночастиц (БЭТ).

Курс дисциплины предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. лабораторные занятия;
3. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (исследования, упражнения, лабораторные работы) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. защита лабораторных работ;
3. проверка самостоятельных работ;
4. итоговый тест по вопросам к зачету.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1 «Методы получения нанопорошков»																						
	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования						на базе среднего профессионального образования						на базе высшего профессионального образования				
	Всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	Практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	Практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	работасамостоятельная	работаиндивидуальная
Тема 1. Наноструктурные материалы, определение и классификация наноматериалов.	8	1		2	5																		
Тема 2. Методы получения нанопорошков.	9	1		2	6																		
Тема 3. Консолидация нанопорошков	8	1		2	5																		
Тема 4. Методы рентгеноструктурного анализа и компьютерной обработки данных для исследования деформированного состояния.	10	2		2	6																		
Итого по содержательному модулю 1	35	5		8	22																		

	Содержательный модуль 2 «Методы получения и исследования тонких пленок, аморфных и керамических материалов»																						
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																						
	Очная форма						**Заочная форма**																
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**				
	Всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	Практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	Практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	работасамостоятельная	работаиндивидуальная
Тема 5. Методы получения и исследования свойств аморфных материалов	10	2		3	5																		
Тема 6. Методы исследования тонких пленок.	9	1		3	5																		
Тема 7. Экспериментальные методы для оценивания свойств наноматериалов.	9	1		3	5																		
Тема 8. Методы исследования керамических материалов.	9	1		3	5																		
Итого по содержательному модулю 1	37	5		12	20																		
Итого за курс	72	10		20	4																		

					2																			

6. Темы лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Исследование поверхности разрушения образца при помощи растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа.
Лабораторная работа № 2. Исследование многофазового образца при помощи растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа с применением энергодисперсионного спектрометра.
Лабораторная работа № 3. Принципиальная схема, принцип работы и основные параметры лабораторной установки для получения аморфных лент методом спиннингования расплава.
Лабораторная работа № 4. Исследование закономерностей уплотнения порошковых материалов в стальной пресс-форме.
Лабораторная работа № 5. Определение насыпной плотности нанопорошковых материалов.
Лабораторная работа № 6. Определение прочности керамических образцов на четырехточечный изгиб.

7. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу «Методы исследования наноматериалов» предусматривает: разработки теоретических основ прослушанного лекционного материала; изучение отдельных тем или вопросов, которые предусмотрены для самостоятельной работы; подготовку к лабораторным занятиям; самостоятельное решение задач; подготовку к модульному контролю.

Темы для самостоятельной работы:

1. Люминесцентная микроскопия
2. Наногравиметрия (QCN)
3. Магнитно-резонансные методы методы исследования наноматериалов
4. Терагерцовая спектроскопия
5. Фемто- и наносекундная спектроскопия
6. Биологические методы, основанные на амплификации

8. Контрольные вопросы к модульному контролю

1. Определение и классификация наноматериалов.
2. Удельная поверхность нанопорошков.
3. Механическое измельчение, как метод получения нанопорошков.
4. Методы получения нанопорошков. Механо-химический синтез, плазмохимический метод.
5. Гидротермальный синтез, как метод получения нанопорошков.
6. Метод термического разложения для получения нанопорошков.
7. Метод электровзрыва и нановзрывной синтез для получения нанопорошков.
8. Получение мультиметаллических оксидов и композитов.
9. Метод совместного осаждения для получения нанопорошков.
10. Компактирование нанопорошков. Влияние давления на плотность компактов.
11. Фазовые превращения, индуцированные давлением.
12. Спекание нанопорошков.

9. Контрольные вопросы к зачету

1. Наноразмерные системы. Физика поверхности наночастиц, соотношение размеров и числа атомов, удельная поверхность нанопорошков.
2. Наноструктурные материалы, определение и классификация наноматериалов.
3. Структура твердотельных систем пониженной размерности.

4. Главные определения и характеристики нанопорошков.
5. Методы получения нанопорошков. Механическое измельчение.
6. Методы получения нанопорошков. Механо-химический синтез, плазмохимический метод.
7. Методы получения нанопорошков. Гидротермальный синтез.
8. Методы получения нанопорошков. Метод термического разложения.
9. Методы получения нанопорошков. Метод электровзрыва и нановзрывной синтез.
10. Методы получения нанопорошков. Получение мультиметаллических оксидов и композитов.
11. Методы получения нанопорошков. Метод совместного осаждения.
12. Преимущества и недостатки различных методов получения нанопорошков.
13. Компактирование нанопорошков.
14. Влияние давления на плотность компактов.
15. Влияние связь на плотность компактов.
16. Фазовое превращение, индуцированное давлением.
17. Спекание нанопорошков.
18. Структура консолидированных керамических материалов.
19. Влияние исходного размера зерна и температуры.
20. Механизмы роста оксидных наночастиц в условиях термических воздействий.
21. Рентгеноструктурный анализ. Формула Де Бройля. Закон Вульфа-Брегга.
22. Метод Селякова-Шеррера.
23. Графический и аналитический методы аппроксимации.
24. Графический и аналитический методы моментов.
25. Спиннингование раствора.
26. Выращивание эпитаксиальных слоев тонких пленок.
27. Магнетронное распыление керамической мишени.
28. Временная термометрия.
29. Гальваномагнитные методы исследования тонких пленок
30. Экспериментальные методы для оценивания свойств наноматериалов.
31. Методы исследования керамических материалов. Оптическая микроскопия.
32. Методы исследования керамических материалов. Механические измерения.
33. Методы исследования керамических материалов. Исследования поверхности.
34. Метод определения удельной поверхности наночастиц (БЭТ).

10. Критерии оценивания

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Методы исследования наноматериалов» включает в себя один зачётный модуль. Зачётный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале по следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Содержательный модуль 2		
	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Зачет		50
Общий итог		100

К первому модульному контролю студент должен защитить 3 лабораторные работы. *За первую, вторую и третью* лабораторные работы студент может получить в сумме 10 баллов.

На первом модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

Ко второму модульному контролю студент должен защитить 4 лабораторные работы. За *четвёртую*, *пятую* и *шестую и седьмую* лабораторные работы студент может получить по 10 баллов.

На втором модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

На зачете студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки является уровень овладения студентами материала курса «Методы исследования наноматериалов», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.03.02 Физика. От студента требуется устное изложение ответов на два теоретических вопроса. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	**По шкале ECTS**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет. зачёт)**	**Определение**
90–100	A	«Отлично» (5) *(зачтено)*	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) *(зачтено)*	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) *(зачтено)*	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	«Неудовлетворительно»(2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно - с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

11. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для обеспечения **лабораторных занятий** по данному курсу используются лаборатории масс-спектроскопии №014 и «Лаборатория микро и нано структуры» №015, а также лаборатории ГУ «ДонФТИ им А.А.Галкина», комн.509.

12. Рекомендованная литература

Основная

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005.
2. Пул Ч. и Оуэнс Ф., нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005
3. Валиев Р.В., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы.- М.: ИУК Академкнига, 2007.
4. Бейгельзимер Я.Е., Варюхин В.Н., Орлов Д.В., Сынков С.Г. Винтовая экструзия – процесс накопления деформаций. Донецк: ТЕАН, 2003.
5. Аморфные металлические сплавы. Под ред. В.В.Немошкаленко. - Киев: Наукова думка, 1987.
6. Суздалев И. П. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - 2-е изд. – М.: URSS : Либроком, 2009.

Дополнительная

1. Ратнер М., Ратнер Д. Нанатехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. М.-С.-Пб.-Киев, 2007. – 240 с.
2. Андриевский Р.А., Ратуля А.В., Наноструктурные материалы. М.:Академия, 2005. – 179 с.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры № ___ от _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

12. Рекомендованная литература

Основная

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005.
2. Пул Ч. и Оуэнс Ф., нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005
3. Валиев Р.В., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы.- М.: ИУК Академкнига, 2007.
4. Бейгельзимер Я.Е., Варюхин В.Н., Орлов Д.В., Сынков С.Г. Винтовая экструзия – процесс накопления деформаций. Донецк: ТЕАН, 2003.
5. Аморфные металлические сплавы. Под ред. В.В.Немошкаленко. - Киев: Наукова думка, 1987.
6. Суздалев И. П. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. - 2-е изд. – М.: URSS : Либроком, 2009.

Дополнительная

1. Ратнер М., Ратнер Д. Нанатехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. М.-С.-Пб.-Киев, 2007. – 240 с.
2. Андриевский Р.А., Ратуля А.В., Наноструктурные материалы. М.:Академия, 2005. – 179 с.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 28.08.2017

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.2018

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____