

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ. ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины **«Основы нанотехнологий. Теория и методы получения наноматериалов»** для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий,
докт. физ.-мат. наук

А.Г. Милославский

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

И. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

Декан физико-технического
факультета
28.03.2024 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель

И. Котенко

Руководители основной профессиональной
образовательной программы:
кандидат физико-математических наук

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп, Общая и экспериментальная физика (Механика), Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика).

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Структурообразование и явления переноса в кристаллах и тонких пленках, Физика диэлектриков, Производственная: преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.5.2 Основы нанотехнологий. Теория и методы получения наноматериалов
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	3	6	32		16	24	72	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование знаний и умений студента в области современных методов, средств, технологий создания новых нанопорошковых материалов.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
УК-3. Способен осуществлять социальное	УК-3.2. Применяет принципы и методы организации командной	УК-3.2.1. Знает принципы и механизмы функционирования команды как социальной группы УК-3.2.2. Умеет осуществлять

взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	деятельности	интеграцию личных и социальных интересов УК-3.2.3. Владеет навыками работы в команде
ПК-3. Способен проводить и управлять результатами научных исследований и опытно-конструкторских работ 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-3.14. Применяет знания в области современных технологий создания новых наноматериалов при решении научно-исследовательских задач	ПК-3.14.1. Знает методы получения нанопорошков. ПК-3.14.2. Умеет выбрать режим получения нанопорошков конкретных материалов. ПК-3.14.3. Владеет навыками выбора методов определения характеристик нанопорошков; оценки точности полученных результатов.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Наноразмерные системы	
Предмет и задачи курса. Парадигмы новых технологий	Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии. Наноразмерные системы. Состояние и перспективы развития исследований наноматериалов в мире
Формы самоорганизации вещества	Кластерные наносистемы. Классификация кластеров. Дисперсные системы. Классификация
Физика и химия поверхности	Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия и натяжение. Физическая и химическая адсорбция
Фракталы	Основные понятия и классификация. Характеристика фрактальных материалов
Раздел 2. Получение наноматериалов	
Методы получения нанопорошков	Синтез нанопорошков. Метод термического разложения. Метод совместимого осаждения
Получение нанопорошков диоксида циркония	Влияние физических полей на процесс получения нанопорошков. Механизмы роста наночастиц диоксида циркония
Консолидация нанопорошков	Компактирование нанопорошков в условиях высокого гидростатического давления.

	Спекание нанопорошков. Процессы деградации
Особенности керамических материалов	Физические свойства нанокерамики. Нанотехнологии в электрохимических источниках тока

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс –3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Наноразмерные системы	16		8	12	36
Предмет и задачи курса. Парадигмы новых технологий	4		2	3	9
Формы самоорганизации вещества	4		2	3	9
Физика и химия поверхности	4		2	3	9
Фракталы	4		2	3	9
Раздел 2. Получение наноматериалов	16		8	12	36
Методы получения нанопорошков	4		2	3	9
Получение нанопорошков диоксида циркония	4		2	3	9
Консолидация нанопорошков	4		2	3	9
Особенности керамических материалов	4		2	3	9
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	32		16	24	72

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии.
2. Наноразмерные системы.
3. Состояние и перспективы развития исследований наноматериалов в мире
4. Кластерные наносистемы.
5. Классификация кластеров.
6. Дисперсные системы. Классификация
7. Термодинамика поверхностных явлений.
8. Поверхностная энергия и натяжение.
9. Физическая и химическая адсорбция.
10. Фракталы. Основные понятия и классификация.
11. Характеристика фрактальных материалов

Раздел 2

1. Метод термического разложения.
2. Метод совместимого осаждения.
3. Влияние физических полей на процесс получения нанопорошков.
4. Механизмы роста наночастиц диоксида циркония.
5. Порошковые технологии. Конденсационный метод (метод Глейтера).
6. Высокоэнергетическое измельчение.

7. Механохимический синтез.
8. Плазмохимический синтез.
9. Синтез в условиях ультразвукового воздействия.
10. Электрический взрыв проволок. Методы консолидации. Методы консолидации. Компактирование нанопорошков в условиях высокого гидростатического давления.
11. Спекание нанопорошков.
12. Процессы деградации.

7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Микроструктура кристаллического вещества;
2. Естественные и искусственные кристаллы;
3. Методы выращивания монокристаллов.
4. Нитевидные кристаллы («усы»).
5. Эпитаксиальные пленки.

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

- Метод просвечивающей электронной микроскопии
- Исследования наноматериалов методом просвечивающей электронной микроскопии
- Метод определения удельной поверхности частиц БЭТ
- Метод получения ИК-спектров
- Анализ нанопорошков методом ДТА иДСК
- Определение характеристик плотности нанопорошков
- Анализ поверхности изломов методом РЭС
- Получение тонких угольных пленок термической методом
- Оборудование и метод электронного парамагнитного резонанса
- Исследования механических свойств керамики
- Дилатометрический метод исследования плотности нанопорошков
- Метод импедансной спектроскопии
- Погрешности методов исследования наноматериалов
- Исследования оптических свойств нанопорошков
- Радиационная безопасность для рентгеновских методов

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Практическая работа	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Зачет		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий (ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Милославский, А. Г. Конспект лекций по курсу "Основы процессов микро- и нанотехнологий" / А. Г. Милославский ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк : ДонНУ, 2018. - 246 с.

2. Терехов, С. В. Физика нанобъектов : [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин ; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет ; Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина НАН Украины. - Донецк : ДонНУ, 2013. - 418 с.

3. Варюхин, В. Н. Наноматериалы [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / В. Н. Варюхин, С. В. Терехов ; Донецкий нац. ун-т ; Донецкий физ.-техн. ин-т им. А. А. Галкина. - Донецк : ДонНУ, 2016. - Электронные данные (1 файл).

4. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - Изд. 2-е. - Москва : Физматлит, 2009. - 414 с.

11.2. Дополнительная литература

1. Нанотехнологии и специальные материалы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140140 - Техн. физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова; под ред. Ю. П. Солнцева. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. – 334, [1] с.

2. Нанотехнологии: азбука для всех / Н. С. Абрамчук, С. М. Авдошенко, А. Н. Баранов и др.; под ред. Ю. Д. Третьякова. – 2-е изд. – Москва: Физматлит, 2009. – 365 с.

3. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер; пер. с англ. А. В. Хачоян. – М.: Техносфера, 2008. – 349 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив** ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)

3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)

4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).