

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ


Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	03.04.02 Физика
Магистерская программа	Компьютерная физика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Современные нанотехнологии» для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Компьютерная физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 914 (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:
доцент, к.ф.-м.н., доцент

 А. В. Головчан

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой


 А. В. Безус

СОГЛАСОВАНО:

И. о. декана физико-технического
факультета
28.03.2024 г.

 С. А. Фоменко

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

 В. Н. Котенко

Руководители основной профессиональной
образовательной программы:

кандидат физико-математических наук

 А. В. Безус

26.03.2024 г.

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 магистратуры:

Квантовая теория твердых тел

Современные проблемы науки и образования

1.2. Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.04.02 Физика (магистерская программа: Компьютерная физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.1.2. Современные нанотехнологии
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	2	3	13	0	26	69	108	экзамен
Заочная								

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у студентов необходимого объема знаний, умений представлений, экспериментальных фактов и теоретических моделей, позволяющих ориентироваться в мире современных нанотехнологий.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен 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-2.10. Способен использовать современные знания их в преподавании физики в учебных заведениях разного вида	ПК-2.10.1. Способен ориентироваться в материалах, оборудовании и технических системах, которые используются в современных нанотехнологиях.
		ПК-2.10.2. Знает методы исследования наноматериалов
	ПК-2.11. Способен знакомить обучающихся с достижениями современной науки	ПК-2.11.1. Способен популяризировать достижения современной науки в области создания и исследования наноматериалов.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
1. Нанотехнологии вокруг нас.	Основные понятия. История нанотехнологии. Оборудование нанотехнологии. Самосборка. Наноэффекты в природе. Наноиндустрия в России и за рубежом.
2. Квантовая природа наномира. Квантовые эффекты в макромире.	Скейлинговые соотношения. Границы малости. Законы квантового мира. Структура атома и периодическая система элементов Менделеева. Корпускулярно-волновой дуализм нанообъектов. Уравнение Шредингера. Квантовые пределы точности измерений. Квантовые размерные эффекты. Квантовая механика и компьютер. Сверхпроводимость и сверхтекучесть. Квантовая телепортация. Химическая связь.
3. Методы исследования наноразмерных систем.	Инструменты нанотехнологии. Электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Моделирование наноструктур и наноматериалов.
4. Биотехнологии и наномедицина	Основные понятия биотехнологии. Биотехнологические производства. Основные механизмы генной инженерии. Технология рекомбинантной ДНК. Геном Человека. Наномедицина. Лаборатория на чипе.
5. Самоорганизация.	Процессы самосборки в наносистемах. Консервативная и диссипативная самоорганизация.

	Самоорганизация массивов наночастиц. Сверхкластеры. Упорядочение нестехиометрических соединений как метод создания наноструктуры.
Раздел 2.	
6. Методы получения наноматериалов	Методы синтеза нанокристаллических порошков. Газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Механосинтез. Детонационный синтез и электровзрыв.
7. Методы создания наноразмерных устройств	Литография. Электроосаждение Биосинтез.
8. Углеродные наноматериалы: фуллерены, нанотрубки, графен.	Кристаллические аллотропы и наноаллотропы углерода. Наноалмазы. Фуллерены. Нанотрубки. Графен.
9. Объемные наноструктурированные материалы.	Получение компактных нанокристаллических материалов. Компактирование порошков. Осаждение на подложку. Рекристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация.
10. Биологические наноструктуры.	Наносистемы и биотехнологии: подражая природе. Конструируя из белков. РНК-наномашин.
11. Микроэлектромеханические и нанoeлектромеханические устройства	Полупроводниковая электроника. Проводящие полимеры. Появление и развитие MEMS и NEMS-технологии. Сенсоры. Нанoeлектроника. Наномоторы.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – _2_, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
Раздел 1.					
1. Нанотехнологии вокруг нас.	1		2	6	9
2. Квантовая природа наномира. Квантовые эффекты в макром мире.	1		2	6	9
3. Методы исследования наноразмерных систем.	1		3	6	10
4. Биотехнологии и наномедицина	1		2	6	9
5. Самоорганизация.	1		2	6	9
Раздел 2.					
6. Методы получения наноматериалов	2		3	6	11
7. Методы создания наноразмерных устройств	2		3	7	12
8. Углеродные наноматериалы: фуллерены, нанотрубки, графен.	1		2	7	10
9. Объемные наноструктурированные	1		3	7	10

материалы.					
10. Биологические наноструктуры.	1		2	6	9
11. Микроэлектромеханические и наноэлектромеханические устройства	1		2	6	9
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	13		26	69	108

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Понятие нанотехнологии. Нанотехнологии вокруг нас.
2. Скейлинговые соотношения. Границы малости.
3. Биотехнологии и наномедицина.
4. Квантовая природа наномира. Квантовые эффекты в макромире.
5. Методы исследования наноразмерных систем.
6. Самоорганизация.
7. Методы получения наноматериалов.
8. Методы создания наноразмерных устройств.
9. Углеродные наноматериалы: графен
10. Углеродные наноматериалы: фуллерены.
11. Углеродные наноматериалы: нанотрубки.
12. Объемные наноструктурированные материалы.
13. Биологические наноструктуры.
14. Микроэлектромеханические и наноэлектромеханические устройства.

7.2. Темы докладов (рефератов)

- Структура атома и периодическая система элементов Менделеева.
- Сверхпроводимость и сверхтекучесть.
- Электронная микроскопия.
- Сканирующая зондовая микроскопия.
- Моделирование наноструктур и наноматериалов.
- Методы синтеза нанокристаллических порошков.
- Литография.
- Получение компактных нанокристаллических материалов.
- Рекристаллизация аморфных сплавов.
- Интенсивная пластическая деформация.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Понятие нанотехнологии. Нанотехнологии вокруг нас.
2. Объемные наноструктурированные материалы.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

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 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-3	Организационно-учебная работа в аудитории	30
	Самостоятельная работа	30
ИТОГО		60
Экзамен		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-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных 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 выполнения лабораторных работ требуется лаборатории со специализированным оборудованием, которое отвечает современным требованиям цифрового образования: имеет в наличии большое количество различных типов датчиков, которые подключаются к ноутбуку (планшету) и позволяют осуществлять сбор экспериментальных данных, графический анализ данных, решение математических уравнений, обработку экспериментальных данных.

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 общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

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. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.:Физматлит, 2005. – 410с.
2. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. – 336 с .
3. Wolf E.L., Nanophysics and Nanotechnology: an introduction to modern concepts in nanoscience. – Weinheim: Wiley, 2004. – 174 pp.
4. Попов А.М. Вычислительные нанотехнологии. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 280 с.
5. Беленков Е.А., Ивановская В.В., Ивановский А.Л., Наноалмазы и родственные углеродные наноматериалы. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 169 с.
6. Knauth P., Schoonman J., Nanostructured materials: selected synthesis methods, properties and applications. – Springer, 2002. – 196pp.

11.2. Дополнительная литература

1. Ратнер М., Ратнер ., Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. – М.-С.-Пб.-К.: 2007. – 240 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 179 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).