

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

Укрепленная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки	Физика и Информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Современные нанотехнологии» для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профиль: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (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

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы.  
кандидат физико-математических наук  
26.03.2024 г.



А. В. Безус

## 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;*

*Общая и экспериментальная физика;*

*Теория вероятности и математическая статистика;*

*Теоретическая физика.*

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

*Организация научно-исследовательской деятельности;*

*Основы современной дидактики физики (Основы педагогического мастерства);*

*Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.*

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	44.03.05 Педагогическое образование (профиль: Физика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.5.2 Современные нанотехнологии
Часть образовательной программы	Вариативная часть
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 + контактная	всего	
Очная	5	9	10	20	–	42	72	Зачет
Заочная	5	10	2	4	–	66	72	зачет

## 3. ЦЕЛИ 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-1. Способен осуществлять педагогическую деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	ПК-1.10. Способен использовать современные знания их в преподавании физики в учебных заведениях разного вида	ПК-1.10.1. Способен ориентироваться в материалах, оборудовании и технических системах, которые используются в современных нанотехнологиях.
		ПК-1.10.2. Знает методы исследования наноматериалов
	ПК-1.11. Способен знакомить обучающихся с достижениями современной науки	ПК-1.11.1. Способен популяризировать достижения современной науки в области создания и исследования наноматериалов.

#### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<b>Раздел 1.</b>	
1. Нанотехнологии вокруг нас.	Основные понятия. История нанотехнологии. Оборудование нанотехнологии. Самосборка. Нанозффекты 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 геной 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.
<b>Раздел 2.</b>	

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 – 5, семестр – 9

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

11. Микроэлектромеханические и наноэлектромеханические устройства	1	2		4	7
Зачет				3	3
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>10</b>	<b>20</b>		<b>42</b>	<b>72</b>

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 5, семестр – 10

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
<b>Раздел 1.</b>					
1. Нанотехнологии вокруг нас.	0,2			5	5,2
2. Квантовая природа наномира. Квантовые эффекты в макром мире.	0,2	0,4		5	5,6
3. Методы исследования наноразмерных систем.	0,2	0,4		7	7,6
4. Биотехнологии и наномедицина	0,2	0,4		5	5,6
5. Самоорганизация.		0,4		5	5,4
<b>Раздел 2.</b>					
6. Методы получения наноматериалов	0,2	0,4		6	6,6
7. Методы создания наноразмерных устройств	0,2	0,4		6	6,6
8. Углеродные наноматериалы: фуллерены, нанотрубки, графен.	0,2	0,4		6	6,6
9. Объемные наноструктурированные материалы.	0,2	0,4		6	6,6
10. Биологические наноструктуры.	0,2	0,4		6	6,6
11. Микроэлектромеханические и наноэлектромеханические устройства	0,2	0,4		6	6,6
Зачет				3	3
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>66</b>	<b>72</b>

## 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 макром мире.
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 письменных работ (типы задач)

- 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.

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. Форма обучения – очная, Семестр 8

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	40
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

## 8.2. Форма обучения – заочная, Семестр 8

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-4	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	40
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

## 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 зачет 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).