

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



(подпись)

Каракозов А. А.

03 20 23 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДЭ.02.02 Наноматериалы и технологии**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

15.04.06 "Мехатроника и робототехника"

(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа:

Робототехника и гибкие производственные системы

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистр

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная
Семестр(ы)	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4 (144)
Контактная работа (час.), в том числе:	53(14)
лекции (час.)	34(4)
лабораторные работы (час.)	-
практические (семинарские) занятия (час.)	17(4)
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	91(130)
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Зачет

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Наноматериалы и технологии» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.06 " Мехатроника и робототехника " магистерская программа «Робототехника и гибкие производственные системы для 2023 года приёма для очной и заочной форм обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Технология машиностроения»,

кандидат технических наук \_\_\_\_\_ Лахин АМ.

(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Технология машиностроения».

Протокол от «10» 03 2023 года №7

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

А.Н. Михайлов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «16» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

Гусев В.В.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки (специальности) 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Протокол от «16» 03 2023 года № 4

Председатель \_\_\_\_\_

(подпись)

Гусев В.В.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Технология машиностроения».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Технология машиностроения».

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Технология машиностроения».

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Н. Михайлов  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Технология машиностроения».

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Н. Михайлов  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы применения наноматериалов и технологий при изготовлении изделий машиностроения.

*Целью дисциплины является:* изучение магистрантами особенностей применения нанотехнологий для повышения эксплуатационных свойств изделий машиностроения, в ознакомлении студентов современными методами исследования структуры материалов и анализа эффектов атомно-структурных перестроек, возникающих в результате внешних воздействий на объекты, а также об основных материалах применяемых в нанотехнологиях.

В результате освоения дисциплины студент должен

### **Знать:**

-методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа

### **Уметь:**

- применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников

### **Владеть:**

- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

Готов к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовке публикаций по результатам исследований и разработок (ПК-1).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»: технология автоматизированного производства, технология производства технологической оснастки, технология непрерывного действия.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении дисциплин: технологическая подготовка машиностроительных производств, управление процессом резания, прохождения производственной практики и прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и определения наук о нанотехнологиях	8(17)	2(1)	-		12(16)
Тема 2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах	8(16)	2			12(16)
Тема 3. Методы исследования и диагностики нанообъектов и наносистем	11(18)	4(1)	2(1)		12(16)
Тема 4. Особенности строения нанообъектов и наносистем	11(18)	4(1)	2(1)		12(16)
Тема 5. Виды и типы нанообъектов и наносистем	11(18)	4(1)	2(1)		12(16)
Тема 6. Микроструктура компактных нанокристаллических материалов	11(18)	4	2(1)		12(17)
Тема 7 Влияние микроструктуры на свойства компактных наноматериалов	14(17)	8	4		12(17)
Тема 8 Основные виды нанотехнологий.	14(17)	6(1)	5		7(16)
Контактная работа (дополнительная)	6		-		-
Курсовая работа (проект)	-		-		-
Итого по видам занятий	144	34(4)	17(4)		91(130)
Контроль	-	-	-		-
Итого:	144	34(4)	17(4)		91(130)

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
УК-1	Темы 1,3,8
ПК-1	Темы 2,4,5,6,7

#### 3.2. Лекции

Тема 1. Основные понятия и определения наук о нанотехнологиях

##### Содержание темы 1:

История появления. Основные определения: наносистема, наноматериалы, нанотехнология, нанодиагностика, наносистемотехника, нанонаука, нанотехника, микроинженерия.

##### Литература к теме 1 [1,2]

Тема 2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах

##### Содержание темы 2:

Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. Механика нанообъектов. Термодинамические свойства наносред. Тепловые свойства

наноматериалов. Структура наноразмерных объектов. Химические свойства наноматериалов. Механические характеристики наносред. Электронная структура наночастиц. Электрические свойства наноматериалов. Ферромагнитные характеристики наноматериалов. Особенности оптических свойств наноматериалов

Литература к теме 2 [1,2]

Тема 3. Методы исследования и диагностика нанообъектов и наносистем

Содержание темы 3:

Пространственное разрешение. Дифракционный предел разрешающей способности. Оптическая микроскопия для исследования нанообъектов. Рентгеновская микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Ионные микроскопы.

Литература к теме 3 [1,2]

Тема 4. Особенности строения нанообъектов и наносистем

Содержание темы 4:

Понятие нанообъекта, наноматериала, нанотехнологии. Физические причины специфичности наночастиц и наноматериалов. Классификация нанообъектов. Наночастицы, нанопорошки. Неуглеродные нанотрубки и тонкие пленки.

Литература к теме 4 [1,2]

Тема 5. Виды и типы нанообъектов и наносистем.

Содержание темы 5:

Понятия наночастиц, нанотрубок, нанопленок, нанопокровов, наносuspensions и наномulsionов. Примеры нанообъектов.

Литература к теме 5 [1,2]

Тема 6. Микроструктура компактных нанокристаллических материалов

Содержание темы 6:

Границы раздела в компактированных наноматериалах. Особенности структуры субмикроструктурных металлов. Основные отличительные свойства наноматериалов.

Литература к теме 6 [1,2]

Тема 7 Влияние микроструктуры на свойства компактных наноматериалов

Содержание темы 7:

Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Структура полимерных и углеродных наноматериалов. Типы супрамолекулярных структур. Строение многослойных нанотрубок.

Литература к теме 7 [1,2]

Тема 8 Основные виды нанотехнологий.

Содержание темы 8:

Ключевые этапы и перспективы развития нанотехнологии. Значение нанотехнологий в развитии цивилизации. Области практического применения нанотехнологий. Перспективные направления развития нанотехнологий.

Литература к теме 8 [1,2]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема работы	Объем , час. очн/оч н- заоч/з аочн	Литера- тура
1	Материалы для полупроводников	2(1)	<a href="#">1</a> , <a href="#">4</a>
2	Материалы для гибридных интегральных микросхем	2(1)	<a href="#">1</a> , <a href="#">4</a>
3	Очистка подложек	2(1)	<a href="#">2</a> , <a href="#">3</a>
4	Технологии получения тонких металлических пленок	3(1)	<a href="#">2</a> , <a href="#">3</a>
5	Фотолитография	2	<a href="#">2</a> , <a href="#">4</a>
6	Изучение технологии изготовления МДП интегральных микросхем	2	<a href="#">4</a>
7	Изучение планарно-эпаксиальной технологии изготовления полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах	2	<a href="#">1</a> , <a href="#">2</a>
8	Анализ видов и причин дефектов на различных операциях технологического процесса изготовления полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах	2	<a href="#">3</a> , <a href="#">4</a>
<b>ИТОГО:</b>		17(4)	

### 3.2. Лабораторные работы

Курсом не предусмотрены.

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	60
2	Подготовка к практическим занятиям	31
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
<b>ИТОГО:</b>		91

### 3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) и индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;



- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовностью к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

### **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

Экзамен курсом не предусмотрен.

### **4.3 Критерии оценивания**

Оценка знаний производится в форма зачета в устной форме. Результаты оценки знаний студентов формируются по 100 бальной системе в соответствии со следующими критериями:

90-100 баллов заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, активно работавший на лабораторных занятиях, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

80-89 баллов заслуживает студент, обнаруживший систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, активно работавший на лабораторных занятиях, проявивший творческие способности в изложении учебного программного материала, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

79-79 баллов заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, активно работавший на лабораторных занятиях, показавший достаточные знания и способность к их самостоятельному пополнению.

60-69 баллов заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения.

Менее 60 баллов заслуживает студент, обнаруживший пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившего самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно / зачтено
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно / не зачтено
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### **4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах**

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий, а также при защите лабораторных работ.

Примерный перечень вопросов задаваемых на лабораторных занятиях:

1. Основные понятия и определения наук по нанотехнологиям.
2. Принципы и перспективы развития нанотехнологий.
3. Физические взаимодействия в наномасштабах.
4. Квазичастицы в твердом теле.
5. Статистическая физика наносистем.
6. Типы внутри- и межмолекулярных взаимодействий.
7. Самосборка и самоорганизация в наноструктурах.
8. Основные методы исследования свойств нанообъектов и наносистем.
9. Электронная растровая и просвечивающая микроскопия.

10. Методы нанотвердомерии.
11. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы.
12. Мезопористые материалы.
13. Молекулярные сита, их особенности и области применения.
14. Наноккомпозиты и их синергетические свойства.
15. Конструкционные наноматериалы.
16. Физика наноустройств.
17. Методы создания наноустройств.
18. Механические и электромеханические микро и наноустройства.
19. Углеродные наноматериалы и наноструктуры в лазерных технологиях.
20. Границы раздела в наноматериалах.
21. Особенности структуры субмикроскопических металлов.
22. Наноструктура неупорядоченных систем.
23. Аномалии механического поведения наночастиц.
24. Тепловые и электрические свойства наноматериалов.
25. Магнитные свойства наноматериалов.
26. Сущность и основные этапы литографического процесса.
27. Основные особенности молекулярно-лучевой эпитаксии.
28. Оборудование для литографии и молекулярно-лучевой эпитаксии.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Курсовой проект или работа курсом не предусмотрены

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I Основная литература***

1. Матренин С.В. Наноструктурные материалы в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 150600 "Материаловедение и технология новых материалов" / С.В. Матренин, Б.Б. Овечкин ; ГОУ ВПО "Нац. исслед. Томск. политехн. ун-т". - 4 Мб. - Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7196.pdf>
2. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабров, В.И. Марголин. - 10 Мб. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - <http://ed.donntu.ru/books/17/cd8009.pdf>

#### ***II Дополнительная литература***

3. Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.А. Ремпель, А.А. Валеева ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - 3 Мб. - Екатеринбург : Изд-во Урал.

ун-та, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader -

<http://ed.donntu.ru/books/19/cd9291.pdf>

4. Попова Л.М. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Л.М. Попова ; ФГБОУ ВПО "С.-Пб. гос. техн. ун-т растит. полимеров". - 6 Мб. - Санкт-Петербург : СПбГТРУП, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader - <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9297.pdf>

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

5. Конспект лекций по дисциплине «Наноматериалы и технологии». Составил Лахин А.М. Донецк: «ДонНТУ». 2017 г. – 137 с. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к практическим занятиям по курсу “ Наноматериалы и технологии” (для студентов специальности 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения). Лахин А.М. Донецк: ДонНТУ, 2023 г. – 130 с. (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДонНТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART– <http://www.iprbookshop.ru> .

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

- лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, мультимедийная сеть из 6-ти мониторов),
- комплект электронных презентаций/слайдов.

### **2. Лабораторные занятия.**

- аудитория для проведения лабораторных занятий 6.102 имеющая в своем составе:
- профилометр-профилограф 252;
- металлографический микроскоп НЕОРНОТ;
- ноутбук;
- мультимедийный проектор;
- экран.