

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.03.02 Нанотехнологии и наноматериалы**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)


Направление подготовки: 27.04.03 Системный анализ и управление  
(код и наименование направления подготовки / специальности)  
Направленность (профиль): Системный анализ и управление  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)  
Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)  
Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2,0/72	2,0/72
Контактная работа (час.), в том числе:	38	16
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	17	6
практические (семинарские) занятия (час.)	—	—
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	16	20
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	—	—
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 18	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

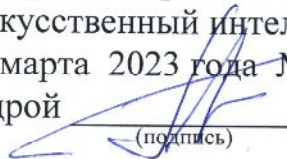
Рабочая программа дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление (направленность (профиль): «Системный анализ и управление») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект»,  
кандидат технических наук, доцент,  Ефименко К.Н.  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».

Протокол от «15» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой  Павлыш В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление».

Протокол от «15» марта 2023 года № 2

Председатель  Ю.К. Орлов  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект».

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с использованием наноструктурированных и наноразмерных материалов в компьютерных технологиях.

**Целью** преподавания дисциплины – научить физико-химическим закономерностям, обуславливающим направления использования наноструктурированных и наноразмерных материалов в современных компьютерных технологиях; изучение программного обеспечения технологических процессов формирования, формообразования и обработки конструкционных наноматериалов.

В результате освоения дисциплины студент должен

**знать** методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемных ситуаций; этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами; процессы разработки и сопровождения требований к системам;

**уметь** применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; организовывать разработку концепции инфраструктуры обеспечения процесса разработки и сопровождения требований;

**владеть** методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий; методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта; навыками управления проектами.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- способен организовывать разработку концептуальных проектов обеспечивающей инфраструктуры процессов при формировании и сопровождении требований к системам (ПК-5).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина «Нанотехнологии и наноматериалы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей).

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые обучающийся приобрел на предшествующем уровне образования при освоении дисциплин программы бакалавриата по укрупненной группе 27.00.00.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются при прохождении производственной практики : НИР и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ темы	Наименование тем дисциплины (модуля)	Количество часов (очная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ.	СР
1	Нанотехнология: термины и определения	3/3	1/1	1/1	0/0	1/1
2	Продукция nanoиндустрии	3/2	1/1	0/0	0/0	2/1
3	История развития нанотехнологии и нанотехнологии в компьютерных технологиях	4/3	2/1	0/0	0/0	2/2
4	Методы наноразмерной обработки и наномодификации материалов	7/3	2/0	3/1	0/0	2/2
5	Первичные наноматериалы	6/3	2/0	3/1	0/0	1/2
6	Технико-экономические задачи внедрения нанотехнологии	6/4	2/1	3/1	0/0	1/2
7	Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии	6/3	2/0	3/1	0/0	1/2
8	Методы неравновесного синтеза наночастиц и нанокompозитов	7/5	2/0	3/1	0/0	2/4
9	Квазиравновесные методы формирования нанослоевых и наноструктурированных композиций	5/2	2/0	1/0	0/0	2/2
10	Направления реализации нанотехнологии в строительном материаловедении	3/2	1/0	0/0	0/0	2/2
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Курсовая работа (проект)		0/0				0/0
Итого по видам занятий		54/36	17/4	17/6	0/0	16/20
Контроль		18/36				
<b>ИТОГО:</b>		<b>72/72</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Темы 1, 2, 3
УК-2	Темы 4-9
ПК-5	Темы 1-10

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Нанотехнология: термины и определения

Содержание темы 1:



Нанотехнология: термины и определения (по проекту ГОСТ Р ТК 441, утвержденным документам ISO/TS 80004-1:2010 и ГОСТ Р 55416-2013). Общность и различия в Российских и зарубежных нормативных документах. Акцент на прикладном аспекте нанотехнологии как ключевое характеристическое свойство определений, зафиксированных нормативными документами.

Литература к теме 1: [1, 7].

Тема 2. Продукция наноиндустрии

Содержание темы 2:

Многоуровневая классификация продукции наноиндустрии. Специальное оборудование для нанотехнологий. Особое структурирование атомов и молекул как характеристическое свойство нанопродукции, закрепленное в нормативной документации. Группировки нанопродукции в составе общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности. Необходимые составляющие для организации статистического наблюдения в сфере наноиндустрии и нанотехнологий.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4].

Тема 3. История развития нанотехнологии и нанотехнологии в компьютерных технологиях

Содержание темы 3:

Начальный этап становления нанотехнологии. Представления Р. Фейнмана и Э. Дрекслера. Классическое понимание нанотехнологии как технологии «снизу вверх». Надежды, связываемые с наноманипуляторами. Критика идеи наноманипуляторов. Современное состояние направления «снизу вверх»: практические примеры, которые по совокупности существенных признаков могут быть отнесены к указанному направлению (нанобиотехнология, микроэлектроника, методы анализа нанообъектов: сканирующая зондовая микроскопия). Современное состояние как преобладание подхода реализации «сверху вниз» в практических приложениях строительного материаловедения. Работы отечественных и зарубежных нанотехнологов-материаловедов.

Литература к теме 3: [1, 2, 4].

Тема 4. Методы наноразмерной обработки и наномодификации материалов

Содержание темы 4:

Избирательные и сверхпрецизионные методы травления: ионно-лучевое нанофрезерование, ионно-стимулированное селективное газовое травление, ориентационно-чувствительное жидкостное травление, электрохимическое травление, нанопорообразование. Ионное модифицирование: сильноточная имплантация с кластеризацией и порообразованием, ионно-стимулированный химический синтез, протонизация, имплантография.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Первичные наноматериалы

Содержание темы 5:

Первичные наноматериалы (углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы) на современном этапе отечественной и зарубежной нанотехнологии. Развитие технологии получения первичных наноматериалов: газофазный, плазменный и лазерный синтез углеродных и оксидных наноматериалов; первоначальные сведения о золь-гель тех-

нологии. Преимущества золь-гель технологии в нанотехнологии строительного материаловедения.

Литература к теме 5: [1, 2, 4].

Тема 6. Техничко-экономические задачи внедрения нанотехнологии

Содержание темы 6:

Связь экономической эффективности технологии с показателями качества продолжительностью эксплуатации материала. Критерий оценки экономической целесообразности использования нанотехнологии. Обобщенный критерий качества для оценки показателей материалов различного назначения, позволяющий однозначно количественно характеризовать преимущества различных способов наномодифицирования.

Литература к теме 6: [1, 2, 3].

Тема 7. Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии

Содержание темы 7:

Системная модель технологического процесса: объект, воздействие, процесс. Классификация процессов микро- и нанотехнологии по физико-химической сущности: механический, термический, химический, корпускулярно- полевой; виду процесса: нанесение, удаление, модифицирование; характеру протекания процессов: тотальный, локальный, селективный, избирательный, анизотропный; способу активации: тепло, излучение, поле. Виды термического и корпускулярно-лучевого воздействий: резистивный, лучистый и индукционный нагрев, электронные и лазерные пучки, плазма и ионные пучки.

Литература к теме 7: [1, 2, 4].

Тема 8. Методы неравновесного синтеза наночастиц и нанокомпозитов

Содержание темы 8:

Формирование наночастиц в плазме: вакуумно-дуговое распыление, высокотемпературная плазма с СВЧ стимуляцией. Лазерные импульсные методы синтеза наночастиц: испарение с принудительным охлаждением, фотодиссоциация. Химический синтез наночастиц и наноматериалов: термолиз в газовой фазе при высоких температурах, осаждение на холодную подложку с катализаторами, горячее прессование при высоких давлениях.

Литература к теме 8: [1, 3].

Тема 9. Квазиравновесные методы формирования нанослоевых и наноструктурированных композиций

Содержание темы 9:

Молекулярно-лучевая эпитаксия. Лазерная абляция. Газофазная эпитаксия. Молекулярная химическая сборка из газовой фазы. Молекулярное наслаивание из жидкой фазы. Метод Ленгмюра-Блоджетт. Золь-гель технологии.

Литература к теме 9: [1, 2, 4].

Тема 10. Направления реализации нанотехнологии в строительном материаловедении

Содержание темы 10:

Механизмы повышения показателей эксплуатационных свойств конструкционных и функциональных строительных наноматериалов для каждого из направлений. Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с введением в строительные композиции первичной нанотехно-

логической продукции. Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с синтезом нанообъектов на межфазных границах строительных композитов в процессе формирования их структуры. Практические приложения строительных нанокompозитов.

Литература к теме 10: [1, 2, 5].

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Нанотехнология: термины и определения	1/1	[2, 5]
2	Методы наноразмерной обработки и наномодификации материалов	3/1	[2, 5]
3	Первичные наноматериалы	3/1	[2, 5]
4	Технико-экономические задачи внедрения нанотехнологии	2/1	[2, 5]
5	Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии	2/1	[2, 5]
6	Методы неравновесного синтеза наночастиц и нанокompозитов	1/1	[2, 5]
7	Квазиравновесные методы формирования нанослоевых и наноструктурированных композиций	5/0	[2, 5]
<b>ИТОГО:</b>		<b>17/6</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	10/12
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0
3	Подготовка к лабораторным работам	6/8
4	Выполнение курсового проекта	0/0
<b>ИТОГО:</b>		<b>16/20</b>

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

Курсовой проект в учебном плане не запланирован.

Тема индивидуального задания "Создание литографической структурной наномодели средствами редактора nanoconstructor" [6]. Цель работы: научиться создавать и редактировать многоуровневые иерархические литографические структуры; изучить преобразование результатов работы любых сканирующих микроскопов (РЭМ, ТЭМ, ФИП) в лабораторные литографы для создания моделей наноструктур.

Задание:

1. Создать модели наноструктур образов пяти маркеров. Графический образ маркера получить с помощью программы Slate.exe. Варианты индивидуальных заданий: первый маркер в серии – это номер по журналу, минус один, умножить на пять.

2. Разместить на одной наноструктуре все пять моделей. Для организации наноструктуры выбрать режим «Моделирование самоорганизации в капле», кото-

рый предназначен для моделирования процесса самоорганизации наночастиц в испаряющейся капле растворителя.

3. Провести эксперимент симулирование работы микроскопа по созданию наноструктуры.

## 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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- 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;
- 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;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

*Составляющая компетенции – владение навыками*



- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

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

1. Основные понятия нанотехнологий.
2. Краткая справка по истории нанотехнологий.
3. Оборудование нанотехнологии.
4. Самосборка.
5. Наноэффекты в природе: удивительные лапки.
6. Фуллерены и углеродные нанотрубки.
7. Ультрадисперсные наноматериалы.
8. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.
9. Нано на стыке наук.
10. Наноиндустрия в России и за рубежом.
11. Как возникла квантовая физика.
12. Основные понятия и законы квантовой механики.
13. Структура атома. Принципы работы лазера.
14. Корпускулярно\_волновой дуализм нанообъектов.
15. Квантовые пределы точности измерений.
16. Волновая функция и вероятностный характер поведения квантовых объектов.
17. Основные положения теории вероятностей. Уравнение Шредингера и Периодическая система элементов Менделеева.

18. Квантовые размерные эффекты.
19. Почему нельзя смешивать законы классической и квантовой физики.
20. Квантовые эффекты, обеспечивающие реализацию эталонов физических величин.
21. Квантовые точки, проволоки и плоскости.
22. Квантовая механика и компьютер.
23. Сверхпроводимость и сверхтекучесть.
24. Квантовая "телепортация".
25. Концепция вероятностной интерпретации квантовых явлений.
26. Химическая связь в нанохимии.
27. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.
28. Способы получения наночастиц.
29. Получение углеродных наночастиц – фуллеренов и нанотрубок.
30. Примеры уникальных свойств некоторых наночастиц.
31. "Умные" материалы в нанотехнологиях.
32. История развития микроскопии. Оптический микроскоп. Разрешающая способность микроскопов.
33. Электронный микроскоп. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп.
34. Атомно-силовой микроскоп.
35. Типы кантилеверов.
36. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля.
37. Наноиндентор.
38. Сканирующие зондовые лаборатории.
39. Учебное нанотехнологическое оборудование "УМКА".
40. Нановесы. Спектроскопия.
41. Моделирование наноструктур.
42. Визуализационное моделирование. Вычислительное моделирование наноструктур.
43. Инженерное моделирование. Механосинтез и нанофабрика.
44. Преодоление проблемы массового производства наноструктур.
45. Электроосаждение. Мягкая литография.
46. Биосинтез в нанотехнологиях.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: магистратура

Направление подготовки: 27.04.03 Системный анализ и управление

Направленность (профиль): " Системный анализ и управление "

Семестр: 2

Учебная дисциплина: "Нанотехнологии и наноматериалы"

### БИЛЕТ № 3

1. Фуллерены и углеродные нанотрубки.
2. Атомно-силовой микроскоп.
3. Задача. Рассчитать максимальную длину нанотрубки, диаметром 5 нм из графена, в испаряющейся капле растворителя, с температурой 100 градусов С.

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта, протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ г.

Зав. кафедрой

В.Н. Павлыш

Экзаменатор

К.Н. Ефименко

### КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы»

для обучающихся по направлению 27.04.03 Системный анализ и управление

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком).

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе практических занятий и лабораторных работ.

Правильные ответы на вопрос оцениваются, соответственно, в 15, 15, и 20 баллов. Если ответ не полный, то он оценивается ниже. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта,  
 протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.Н. Павлыш

### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний обучающегося производится по результатам выполнения лабораторных работ во время контрольных опросов в ходе проведения занятий. Выполнение заданий на лабораторных работах, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска к экзамену. Распределение баллов текущего контроля работы обучающегося приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Отчёт по лабораторной работе	6	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	3	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	$6 \cdot 7 = 42$	Из расчёта 7 лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
Выполнение индивидуального задания	8	При выполнении задания приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
<b>ИТОГО:</b>	<b>50</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопросов. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 5. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	15
	вопрос 3	20
<b>ИТОГО:</b>		<b>50</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

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
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

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

На примере темы «Проектирование модели наноструктуры. Выбор формата представления модели»:

1. Что называют моделью наноструктуры?
2. От чего зависит формат представления модели наноструктуры?
3. Назовите существующие форматы представления моделей наноструктур.
4. В каких случаях не целесообразно применять бинарный формат?
6. Какие существуют элементарные типы наноструктур?
7. Как зависит выбор формата модели наноструктур на скорость обработки вычислительной системой модели в ходе компьютерного эксперимента?

## 4.5 Курсовое проектирование

Курсовое проектирование в учебном плане не запланировано.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### I Основная литература

1. Рыжонков Д. И. и др. Наноматериалы: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: БИНОМ, 2012. – 365 с. <http://ed.donntu.ru/books/cd6015.pdf>

2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов – (2-е изд.). – М.: Либроком, 2019. – 589 с. <http://ed.donntu.ru/books/cd6035.pdf>

### II Дополнительная литература

3. Андриевский Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: монография. – М.: БИНОМ, 2012. – 252 с. <http://ed.donntu.ru/books/cd6025.pdf>

4. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. – М.: БИНОМ, 2018. – 134 с. <http://ed.donntu.ru/books/cd6045.pdf>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

5. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы»: для обучающихся по направлениям подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», 09.04.03 «Прикладная информатика», 27.04.03 «Системный анализ и управление» всех форм обучения [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. прикладной математики и искусственного интеллекта; сост. К.Н. Ефименко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические рекомендации к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы» всех форм обучения : для обучающихся по направлениям подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», 09.04.03 «Прикладная информатика», 27.04.03 «Системный анализ и управление» всех форм обучения [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. прикладной математики и искусственного интеллекта; сост. К.Н. Ефименко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы»: для обучающихся по направлениям подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», 09.04.03 «Прикладная информатика», 27.04.03 «Системный анализ и управление» всех форм обучения [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. прикладной математики и искусственного интеллекта; сост. К.Н. Ефименко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader (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**

### **7.1 Лекционные занятия**

Учебная аудитория №11.406, учебный корпус 11, для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы. Оборудование: мобильный компьютер на базе процессора Intel Core с модулем Wi-Fi – ноутбук; маршрутизатор Wi-Fi TP-LINK 54Mbps. Демонстрационные стенды и плакаты. Программное обеспечение: 7-zip (бесплатная лицензия); Adobe Acrobat Reader DC (бесплатная лицензия); Far Manager (бесплатная лицензия); LibreOffice 4.3.0 (бесплатная лицензия); Mathcad 15 (бесплатная лицензия); Matlab R2015b (бесплатная лицензия); Microsoft Office 2007 Professional (бесплатная лицензия); WinDjView (бесплатная лицензия); WinRAR (бесплатная лицензия); браузер Mozilla Firefox (лицензия MPL 2.0). Мультимедийный проектор, экран.

### **7.2 Лабораторные занятия**

Учебная аудитория №11.411, учебный корпус 11, для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы. Оборудование: стационарные компьютеры на базе Intel Core 2 Duo E4500 2200 Mhz; маршрутизатор Wi-Fi TP-LINK 54Mbps. Демонстрационные стенды и плакаты.

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows XP Professional (академическая лицензия); .NET Micro Framework Porting Kit v3.0 (лицензия MSDN AA и VMware AP); 7-zip (бесплатная лицензия); Adobe Acrobat Reader DC (бесплатная лицензия); Far Manager (бесплатная лицензия); LibreOffice 4.3.0 (бесплатная лицензия); Mathcad 15 (бесплатная лицензия); Matlab R2015b (бесплатная лицензия); Microsoft Office 2007 Professional (бесплатная лицензия); WinDjView (бесплатная лицензия); WinRAR (бесплатная лицензия); браузер Mozilla Firefox (лицензия MPL 2.0). Мультимедийный проектор, экран.

### **7.3 Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3. Все помещения оборудованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также с возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. Программное обеспечение: операционная система Alt Linux (лицензия GNU LGPL); LibreOffice 5.3.4 (лицензия GNU LGPL, общественная лицензия MPL 2.0); загрузчик операционной системы Grub loader for ALT Linux (лицензия GNU LGPL v3); браузер Mozilla Firefox (лицензия MPL 2.0); система управления курсами Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, лицензия GNU GPL).