

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

И.о. проректора по научно-педагогической работе ДОННТУ

А.Б. Бирюков

(подпись)

» 06 2019 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В9 НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ**

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудо-  
вание  
Магистерская программа: Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств  
Программа: магистратура  
Форма обучения: очная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	3,5 (126)	3,5 (126)
Контактная работа (час.)	55	14
Лекции (час.)	17	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Лабораторные работы (час.)	-	
Самостоятельная работа (час.), в том числе	39	100
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Индивидуальное задание (кол./час.)	-	1/9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 36	экз. 18

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Наноматериалы и технологии» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» для 2019 года набора.

Составитель: Киселева Ирина Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «15» 05 2019 года № 9  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гусев В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по направлению (специальности) подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование».

Протокол от «14» 05 2019 года № 10  
Председатель \_\_\_\_\_ Кононенко А.П.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 20 года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования»

Протокол от «05» 05 2020 года № 9  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гусев В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования»

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с разработкой, получением и использованием современных наноматериалов в различных изделиях.

Целью дисциплины является:

формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать:

- классификации наноматериалов по геометрической размерности, функциональному назначению, по природе составляющих компонентов;
- основные методы диагностики нанообъектов и наноматериалов;
- известные методы получения различных видов наноматериалов, их принципы, преимущества и ограничения;
- основные размерные свойства нанообъектов;
- основные особенности поведения и изменения свойств наноструктурных материалов при механическом, энергетическом и иных воздействиях;
- основные направления нанотехнологий и области их применения

Уметь:

- классифицировать наноматериалы;
- выбирать необходимые методы исследования наноматериалов, исходя из задач конкретного исследования;
- объяснить теоретические и экспериментальные зависимости свойств объёмных наноструктурированных материалов от размера структурного элемента наноматериала;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации;
- на основании экспериментальных данных прогнозировать поведение наноматериалов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);
- готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-19);
- способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, систем, приводов, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов (ПК-20);
- способность подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-21);
- способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений (ПК-24).



## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана дисциплин по выбору студента. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении дисциплины «Новые тенденции развития технологии машиностроения», выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СР
1	Нанотехнология: термины и определения.	6/13	2/0	2/1	0/0	2/12
2	Продукция наноиндустрии.	12/13	2/0	4/1	0/0	6/12
3	История развития нанотехнологии и нанотехнологии в строительстве	10/11	2/1	4/0	0/0	4/10
4	Российские нанотехнологии	10/10	2/0	4/0	0/0	4/10
5	Первичные наноматериалы	10/13	2/1	4/0	0/0	4/12
6	Техникоэкономические задачи внедрения нанотехнологии	12/11	2/0	4/1	0/0	6/10
7	Направления реализации нанотехнологии в строительном материаловедении	10/12	1/0	4/0	0/0	4/12
8	Нанотехнологии и безопасность.	10/12	2/1	4/1	0/0	4/10
9	Обзорная лекция: от исторической перспективы до повседневных практических применений нанотехнологии-	10/13	2/1	4/0	0/0	5/12
Итого по видам занятий		90/108	17/4	34/4	0/0	39/100
Контроль		36/18				
ИТОГО		126/126	17/4	34/4	0/0	39/100

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-1	Тема 1, 3, 7, 8
ОПК-3	Темы 2, 3, 4,
ПК-19	Тема 5, 8,
ПК-20	Тема 1, 4, 5, 8,
ПК-21	Тема 2, 5, 8,
ПК-24	Темы 2, 6, 9

### 3.2 Лекции

Лекция 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. Критика определений.

Литература по теме 1 [[1](#), [2](#), [3](#)].

Лекция 2 Продукция nanoиндустрии

Содержание темы 2:

Многоуровневая классификация продукции nanoиндустрии. 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 nanoиндустрии и нанотехнологий

Литература по теме 2 [[1](#), [2](#), [3](#)].

Лекция 3 История развития нанотехнологии и нанотехнологии в строительстве

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).

Литература по теме 3 [[1](#), [2](#), [3](#)].

Лекция 4 Российские нанотехнологии

Содержание темы 4: Перечень критических технологий. Разделы Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002—2006 годы». Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2012 годы». Инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии». Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года. Н

Литература по теме 4 [[1](#), [2](#), [3](#)].

Лекция 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 технологии. Преимущества золь-гель технологии в нанотехнологии строительного материаловедения. Процесс Печини и его практические приложения для синтеза высокоомогенных и высокодисперсных оксидных материалов.:

Литература по теме 5 [[1](#), [2](#), [3](#)].

Лекция 6 Техничко-экономические задачи внедрения нанотехнологии

Содержание темы 6 Связь экономической эффективности технологии с показателями качества продолжительностью эксплуатации материала. Критерий оценки экономической целесо-

образности использования нанотехнологии. Обобщенный критерий качества для оценки показателей материалов различного назначения, позволяющий однозначно количественно характеризовать преимущества различных способов наномодифицирования

Литература по теме 6 [1, 2, 3].

Лекция 7 Направления реализации нанотехнологии в строительном материаловедении

Содержание темы 7 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 нанотехнологической 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 нанокомпозитов.

Литература по теме 7 [1, 2, 3].

Лекция 8 Нанотехнологии и безопасность.

Содержание темы 8 Биомедицинские аспекты реализации нанотехнологии. Источники экологических и медицинских угроз: размеры наночастиц и их высокая проникающая способность; многообразие композиций наночастиц; недостаточный уровень нанотехнологической культуры; возможность скрытой реализации нанотехнологических процессов.

Литература по теме 8 [1, 2, 3].

Лекция 9 Обзорная лекция: от исторической перспективы до повседневных практических применений нанотехнологии

Содержание темы 9 Нормативные документы РФ, регламентирующие работу с продукцией наноиндустрии. Метрологические средства обеспечения безопасности при производстве продукции наноиндустрии. Круглый стол по результатам чтения курса лекций. Выдача контрольных вопросов к экзамену по дисциплине. Разъяснение отдельных моментов учебного материала и пояснения по содержанию контрольных вопросов.

Литература по теме 9 [1, 2, 3].

### 3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Материалы для полупроводников	4/0	[1, 4]
2	Материалы для гибридных интегральных микросхем	4/1	[1, 4]
3	Очистка подложек	4/0	[2, 3]
4	Технологии получения тонких металлических пленок	4/1	[2, 3]
5	Фотолитография	6/1	[2, 4]
6	Изучение технологии изготовления МДП интегральных микросхем	4/0	[4]
7	Изучение планарно-эмп аксиальной технологии изготовления полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах	4/1	[1, 2]
8	Анализ видов и причин дефектов на различных операциях технологического процесса изготовления полупроводниковых микросхем на биполярных транзисторах	4/0	[3, 4]
Итого:		34/4	

### 3.4 Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение	22/40
2	Подготовка к практическим занятиям	17/51
3	Выполнение курсовой работы	-
4	Выполнение индивидуального задания	0/9
<b>Итого:</b>		<b>39/100</b>

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

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

Индивидуальное задание запланировано для студентов заочной формы обучения. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением контрольной работы.

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 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 один вопрос из двух полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и не 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 готовности 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**

1. Основные понятия и определения в науке о наносистемах и в нанотехнологии. Примеры природных и искусственных нанообъектов и наносистем: особенности их физических и химических свойств. Методы нанотехнологий. Классификация наноматериалов по размерности (с примерами).

2. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах: роль объема и поверхности – гравитационные и электростатические взаимодействия. Ван-дерВаальсовы взаимодействия. Эффект геккона.



3. Особенности поглощения и преломления света в наноструктурированных средах. Качественное объяснение этих эффектов. Фотонные кристаллы. Принцип действия. Особенности магнитных свойств нанообъектов.

4. Оптическое разрешение и дифракционный предел. Конфокальная микроскопия. STED-микроскопия.

5. Нанодиагностика с помощью электронных и ионных пучков: диагностика и микроанализ. Просвечивающая электронная микроскопия и сканирующая электронная микроскопия: принцип работы, возможности и ограничения.

6. Сканирующая зондовая микроскопия: принцип работы атомно-силового и туннельного микроскопа, возможности и ограничения. Сканирующая зондовая спектроскопия.

7. Оптическая микроскопия ближнего поля: принцип работы, возможности и ограничения.

8. Основные понятия квантовой механики: постулаты Бора, гипотеза де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга, природа волнового процесса и уравнение Шрёдингера.

9. Металлы, полупроводники и диэлектрики – зонная теория. Квазичастицы. Уровень Ферми. Закон дисперсии прямозонного полупроводника.

10. Типы идеальных твердотельных наноструктур. Квантово-размерный эффект: решение уравнения Шрёдингера для электрона в бесконечно глубокой квантовой яме, квантово-размерная добавка к ширине запрещенной зоны.

11. Полупроводниковые гетероструктуры. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии и механизмы роста пленок. Устройство и принцип работы лазера на квантовых точках.

12. Транспорт электронов в наноструктурах. Одноэлектроника. Спинтроника.

13. Поверхностное натяжение. Уравнение Юнга-Дюпре. Гидрофобные и гидрофильные поверхности. Кривизна поверхности. Уравнение Лапласа.

14. Кривизна поверхности. Капиллярная конденсация и эластокапиллярность. Уравнение Кельвина. Влияние кривизны на фазовые переходы.

### 4.3 Пример экзаменационного билета

#### БИЛЕТ №1

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования: *магистратура*

Направление подготовки (специальность): *15.04.06*

Профиль (магистерская программа, специализация): *Мехатроника и робототехника*

Семестр: *1-ый*

Учебная дисциплина: *Наноматериалы и технологии*

#### БИЛЕТ №     1

1. Основные понятия и определения в науке о наносистемах и в нанотехнологии. Примеры природных и искусственных нанообъектов и наносистем: особенности их физических и химических свойств.

2. Типы идеальных твердотельных наноструктур. Квантово-размерный эффект: решение уравнения

Утверждено на заседании кафедр- Мехатронные системы машиностроительного оборудования

Протокол	№	от	
Зав. кафедрой			Гусев В.В..
Экзаменатор			Киселева И.В..

### 4.4 Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов набранных за

ответы на вопросы на зачете. По каждому вопросу:

– «50 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; умение использовать приобретенные знания и навыки в нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний; приведены аргументированные выводы;

– «40 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет терминологию, умеет формулировать выводы, однако при ответе на вопросы допускает некоторые неточности, недостаточно обосновал собственную точку зрения по заданной проблеме;

– «30 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно формулировать правильные ответы на поставленные вопросы с использованием терминологии; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; незначительные недостатки или ошибки в изложении материала;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, однако допустил существенные ошибки при изложении материала, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «10 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы; продемонстрировал слабое знание материала, неумение делать аргументированные выводы;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, отсутствие навыков в изложении материала, по различным темам дисциплины допустил принципиальные ошибки терминологического характера.

Перевод оценки из 100-балльной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ № 337-14 от 02.05.2018 г.

#### **4.5 Пример текущего опроса на практических занятиях**

На примере темы «Обсуждение методов исследования и диагностика нанообъектов и наносистем.

1. Нанодиагностика с помощью электронных и ионных пучков: диагностика и микроанализ.
2. Просвечивающая электронная микроскопия принцип работы, возможности и ограничения
3. Сканирующая электронная микроскопия: принцип работы, возможности и ограничения.
4. Сканирующая зондовая микроскопия: принцип работы атомно-силового и туннельного микроскопа, возможности и ограничения.
5. Сканирующая зондовая спектроскопия.
6. Оптическая микроскопия ближнего поля: принцип работы, возможности и ограничения.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

**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.

При определении уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *1 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, 2010. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - <http://ed.donntu.org/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.org/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.org/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.org/books/19/cd9297.pdf>

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

2. Методические указания к лабораторным работам по курсу “ Наноматериалы и технологии” (для студентов специальности 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения). Лахин А.М. Донецк: ДонНТУ, 2019 г. – 130 с. (доступ через личный кабинет студента).

3. Методические указания к контрольным работам по курсу “Наноматериалы и технологии”(для студентов направления подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения). Сост. Лахин А.М – Донецк; ДонНТУ, 2019. – 10 с. (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **1. Практические занятия**

Учебная лаборатория №6.211 учебный корпус 6 для проведения практических занятий: Компьютер(с/б) IntelCore 2Duo E8200 2.66/2Gb/320Gb/монитор22 — 7ПК :arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (ЛицензияGNU LGPL v3), PascalABC.NET (ЛицензияGNU LGPL v3), T-FLEX72 (ЛицензияGNU LGPL v3), AnyLogic (ЛицензияGNU LGPL v3), Smath Studio (ЛицензияGNU LGPL v3), V-Rep (ЛицензияGNU LGPL v3), SciLab (ЛицензияGNU LGPL v2), LibroOffice 4.3.0 (ЛицензияGNU LGPL v3), Ultimaker Cura (ЛицензияGNU LGPL v3), MozillaFirefox(лицензияMPL2.0), Manjari 17 (ЛицензияGNU LGPL