

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра станки, инструменты и инженерная графика



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

По направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Магистерская программа: «Процессы механической и физико-технической
обработки, станки и инструмент»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» для магистров по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 года № 1044.

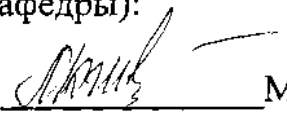
СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Сыровой Г.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры станки, инструменты и инженерная графика «14» 04 2023 года, протокол № 9.

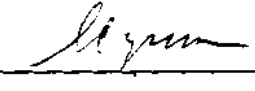
Заведующий кафедрой
станки, инструменты и инженерная графика  Макухин А.Г.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована (для обеспечивающей кафедры):
Директор института
технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 года, протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины - является формирование профессиональных компетенций в области знаний нанотехнологий, а также формирование представлений о наноматериалах, методах их исследований и области применения наноматериалов.

Задачи:

- изучение перспектив развития нанотехнологий, методик, используемых при создании нанообъектов;
- исследование уникальных свойств наноматериалов и их применение; закономерностей получения высокоэффективных наноматериалов различного назначения; причин, обуславливающих изменение многих физических и химических свойств вещества в нанометровом диапазоне.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» входит вариативную часть профессионального цикла дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания: теоретических основ по наноразмерности, имеющуюся терминологию связанную с наноразмерностью;

умения: осваивать новые технологии;

навыки: принципов управления наноразмерными технологиями.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Анализирует тенденции современной науки, определяет перспективные направления научных исследований в отрасли; использует экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. ОПК-2.2. Использует современные методы научного исследования в предметной сфере отрасли; управляет работой системой приборов, техники, применяемой в отраслевых	<i>знать:</i> - современные методы исследования, оценки и представления результатов выполненной работы, - методы контроля за испытанием готовых изделий, средствами и системами машиностроительных производств, поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных технологий, <i>уметь:</i> - применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы - выполнять контроль за

	исследованиях. ОПК-2.3. Адекватно оценивает и грамотно представляет результаты выполненной работы.	испытанием готовых изделий, средствами и системами машиностроительных производств, поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных технологий, <i>владеть навыками:</i> - применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, - выполнения контроля за испытанием готовых изделий, средствами и системами машиностроительных производств, поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных технологий,
ПК-6. Способен разрабатывать комплексные решения в области производств, используя методы аддитивных технологий	ПК-6.1. Использует системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств. ПК-6.2. Организует разработку технологических процессов оборудования аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий.	Знать: методы проведения работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемой продукции, действующих технологий; Уметь: проведения работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемой продукции, действующих технологий, производств их элементов.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед.)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	65	
Лекции	13	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	52	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	

Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	
Самостоятельная работа студента (всего)	115	
Форма аттестации	зачет	

3.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 3

Тема 1. Нанотехнологии как область науки и техники

Основные понятия нанотехнологии.

Наноматериалы и нанотехнологии – история, современность и перспективы.

Прикладной аспект нанотехнологий. Классификация наноматериалов.

Тема 2. Применение нанотехнологий в машиностроении

Наноматериалы для машиностроения.

Методы и способы применения нанотехнологий в машиностроении. Упрочнение нанотехнологиями материалов.

Тема 3. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении

Формирование поверхностного слоя. Нанотехнология абразивной обработки.

Наноструктурированный металлорежущий инструмент. Сверхточные станки для нанообработки.

Тема 4. Анализ наноструктуры материалов

Понятие о наноматериалах. Основы классификации и типы структур наноматериалов. Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования.

Тема 5. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении Внедрение новых нанотехнологических разработок в промышленности. Пути развития нанотехнологий в машиностроении.

3.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Нанотехнологии как объект науки и техники	2	
2	Применение нанотехнологий в машиностроении	2	
3	Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении	3	
4	Анализ наноструктуры материалов	3	
5	Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	3	
Итого:		13	

3.4. Лабораторные работы

Не предусмотрено планом

3.5. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Нанотехнологии как объект науки и техники	10	
2	Применение нанотехнологий в машиностроении	10	
3	Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении	10	
4	Анализ наноструктуры материалов	11	
5	Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	11	
Итого:		52	

3.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	
1	Нанотехнологии как объект науки и техники	Подготовка к практическим работам и самостоятельный поиск источников информации.	23	
2	Применение нанотехнологий в машиностроении	Подготовка к практическим работам и самостоятельный поиск источников информации.	23	
3	Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении	Подготовка к практическим работам и самостоятельный поиск источников информации.	23	
4	Анализ наноструктуры материалов	Подготовка к практическим работам и самостоятельный поиск источников информации.	23	
5	Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	Подготовка к практическим работам и самостоятельный поиск источников информации.	23	
Итого:			115	

3.7. Курсовая работа

Не предусмотрено планом.

4. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий).

5. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. *Технология* и модификация нанонаполненных вяжущих материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Хузиахметов Р. Х. - Казань: Издательство КНИТУ, 2016.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788218731.html>.

2. Основы автоматизации технологических процессов и производств. Т. 1: Информационные модели [Электронный ресурс] / под ред. Г.Б. Евгенева - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703841389.html>.

3. Основы *нанотехнологии* [Электронный ресурс]: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 400 с.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - (Учебник для высшей школы). - Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10".

б) Дополнительная литература:

1. Методы электронной микроскопии [Электронный ресурс]: *Учебное пособие* / Филимонова Н.И., Величко А.А., Фадеева Н.Е. - Новосибирск.: СибГУТИ, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/SibGUTI-023.html>.

2. *Нанотехнологии* и специальные материалы [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - 2-е изд., стереотип. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082960.html>.

3. Основы *нанотехнологии* [Электронный ресурс]: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин - М.: Лаборатория знаний, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014768.html>.

в) методические указания:

1. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович, Д.В. Куис - Минск: Выш. шк., 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623560.html>.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов –

<http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации: Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/> Информационные ресурсы:

1. Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы и применения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://go.mail.ru/search>.

2. Курс лекций наноматериалы и нанотехнологии. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-60424.html>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Информационные ресурсы:

1. <http://www.cpress.ru/>;
2. <http://www.pcmag.ru/>;
3. <http://www.osp.ru/>;
4. <http://www.pcworld.ru/>;
5. <http://www.sapr.ru/>;
6. <http://www.informika.ru/>.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx

Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/view-page.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

7. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Нанотехнологии в машиностроении»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-2	Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Анализирует тенденции современной науки, определяет перспективные направления научных исследований в отрасли; использует экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. ОПК-2.2. Использует современные методы научного исследования в	Тема 1. Нанотехнологии как область науки и техники Тема 2. Применение нанотехнологий в машиностроении Тема 3. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении Тема 4. Анализ наноструктуры материалов Тема 5. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	3

			предметной сфере отрасли; управляет работой системой приборов, техники, применяемой в отраслевых исследованиях. ОПК-2.3. Адекватно оценивает и грамотно представляет результаты выполненной работы.		
2.	ПК-6	Способен разрабатывать комплексные решения в области производств, использующих методы аддитивных технологий	ПК-6.1. Использует системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств. ПК-6.2. Организует разработку технологических процессов оборудования аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий.	Тема 1. Нанотехнологии как область науки и техники Тема 2. Применение нанотехнологий в машиностроении Тема 3. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении Тема 4. Анализ наноструктуры материалов Тема 5. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства

1.	ОПК-2	ОПК-2.1. Анализирует тенденции современной науки, определяет перспективные направления научных исследований в отрасли; использует экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. ОПК-2.2. Использует современные методы научного исследования в предметной сфере отрасли; управляет работой системой приборов, техники, применяемой в отраслевых исследованиях ОПК-2.3. Адекватно оценивает и грамотно представляет результаты выполненной работы.	<i>Знать:</i> современные методы исследования, оценки и представления результатов выполненной работы, - методы контроля за испытанием готовых изделий, средствами и системами машиностроительных производств, поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных технологий, <i>уметь:</i> применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы выполнять контроль за испытанием готовых изделий, средствами и системами машиностроительных производств, поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных технологий, <i>владеть навыками:</i> применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, выполнения контроля за испытанием готовых изделий, средствами и системами машиностроительных производств, поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрением современных технологий,	Тема 1. Нанотехнологии как область науки и техники Тема 2. Применение нанотехнологий в машиностроении Тема 3. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении Тема 4. Анализ наноструктуры материалов Тема 5. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, , зачет
2.	ПК-6	ПК-6.1. Использует системы автоматизированного расчета и компьютер-	<i>Знать:</i> методы проведения работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемой продукции, дей-	Тема 1. Нанотехнологии как область науки и техники Тема 2. Применение нанотехнологий в машиностроении	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического матери-

		ного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств. ПК-6.2. Организует разработку технологических процессов оборудования аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий.	ствующих технологий; Уметь: проведения работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемой продукции, действующих технологий, производств их элементов.	Тема 3. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении Тема 4. Анализ наноструктуры материалов Тема 5. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	ала, задания по практическим занятиям, , зачет
--	--	--	---	---	--

**Фонды оценочных средств
по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении»**

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

1. Основные понятия нанотехнологии.
2. Наноматериалы и нанотехнологии – история, современность и перспективы.
3. Молекулярно-кинетические свойства нанодисперсных систем с жидкой и газообразной дисперсной средой.
4. Оптические свойства нанодисперсных частиц.
5. Дисперсионный анализ полидисперсных систем.
6. Физико-химические закономерности процессов, протекающих в нанопористых системах.
7. Физико-химические закономерности образования нанокластеров.
8. Формирование поверхностного слоя.
9. Нанотехнология абразивной обработки.
10. Технология нанолезвийной обработки.
11. Преимущества и недостатки CVD методов нанесения износостойких покрытий и нанопленок.
12. Классификация CVD методов нанесения износостойких покрытий и нанопленок.
13. Оборудование для нанесения CVD методов нанесения износостойких покрытий

и нанопленок.

14. Преимущества и недостатки CVD методов нанесения износостойких покрытий и нанопленок.

15. Классификация CVD методов нанесения износостойких покрытий и нанопленок.

16. Оборудование для нанесения CVD методов нанесения износостойких покрытий и нанопленок.

17 Основные механические свойства материалов. Причины возникновения дефектов в деталях и режущих инструментах.

18. Основные показатели, определяющие эксплуатационные свойства деталей.

19. Влияние параметров поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей

20. Зависимость прочности материалов от концентрации атомарных дефектов в материале.

21. Влияние размерных эффектов на свойства материалов.

22. Материалы со специальными механическими свойствами.

23. Свойства углеродных и ультрадисперсных материалов.

24. Наноструктурные твердые сплавы классификация, области применения, технологии получения

25. Коррозия металлов и сплавов в различных условиях.

26. Защитные и упрочняющие наноструктурные и нанослойные ионно-плазменные покрытия.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

Практическая работа №1. Определение необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для осевого инструмента.

Практическая работа №2. Определение необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для абразивного инструмента.

Практическая работа №3. Определение необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для твердосплавного инструмента.

Практическая работа №4. Определение необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для специального инструмента.

Практическая работа №5. Сравнение режущих свойств стандартного инструмента и инструмента, изготовленного при помощи нанотехнологий

Практическая работа №6. Сравнение режущих свойств стандартных сменных пластин и пластин с нанопокртиями.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к зачету:

1. Что представляют собой нанотехнологии?
2. Что включает в себя понятие наномасштаб?
3. Дайте характеристику наночастицам – слоистым двойным гидроксидам.
4. Дайте характеристику наночастицам – квантовым точкам.
5. Дайте характеристику наночастицам – фотонным кристаллам
6. Дайте характеристику аэрогелям и мезопористым материалам.
7. Что представляют собой фуллерены?
8. Что представляют собой нанотрубки?
9. Дайте характеристику неорганическим волокнам – вискерам.
10. Дайте характеристику неорганическим волокнам – гибким электродам.
11. Дайте характеристику неорганическим волокнам базальтовым волокнам.
12. Дайте характеристику пленкам – асимметрической мембране.
13. Дайте характеристику пленкам – электролюминесцентным пленкам.
14. Дайте характеристику алмазоподобному углеродному покрытию.
15. Что представляют собой манганиты?
16. Что представляют собой ферриты?
17. Что представляют собой гидроксилапатиты?

18. Опишите принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Приведите пример применения СЗМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.
19. Опишите принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Приведите пример применения ПЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов
20. Опишите принцип работы растрового электронного микроскопа. Приведите пример применения РЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов
21. Опишите принцип работы аналитического электронного микроскопа. Приведите пример применения АЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.
22. Опишите принцип работы конфокального лазерного сканирующего микроскопа. КЛСМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.
23. Поясните основные вопросы нанометрологии: нестабильность, точность и неопределенность наноизмерений.
24. Как выполняется поверка и калибровка оборудования в сфере нанометрологии.
25. Расскажите алгоритм определения уровня потенциальной опасности наноматериалов для здоровья человека.
26. Дайте характеристику методам изучения основных физических, химических и молекулярно биологических свойств наноматериалов.
27. Как проводится оценка безопасности наноматериалов в эксперименте на лабораторных животных.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *зачет*.

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачет	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
незачет	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков

Дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» предусматривает практические занятия и самостоятельную работу студентов.

Текущий контроль осуществляется в процессе проведения практических занятий, используя приведенные выше способы оценивания освоения дисциплины по усмотрению преподавателя и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины.

Промежуточный контроль осуществляется в соответствии с графиком учебного процесса в устной (зачет) форме.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)