

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 29 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы нанотехнологий в машиностроении»

Направление подготовки: 28.03.02 «Наноинженерия»

Профиль/программа подготовки: Инженерные нанотехнологии в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работы, час.	СРП, час	СР, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	6, 216	18	36	-	18	144	зачет
Итого	6, 216	18	36	-	18	144	зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

<i>Код цели</i>	<i>Формулировка цели</i>
Ц1	Подготовка выпускников к научно-исследовательской и инновационной деятельности в области нанотехнологий и нанодиагностики, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования.
Ц2	Подготовка выпускников к проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности, включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий.

Целями освоения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» являются:

- изучение теоретических основ построения и технологий получения наноразмерных объектов;
- получение практических навыков работы с приборами зарубежных и отечественных фирм в области наноизмерений и нанодиагностики, в том числе нано- и микроинден-тирования, кало- и скратч-тестирования, электронной и атомно-силовой микроскопии;
- обоснование современных тенденций развития нанотехнологий и использования наноразмерных объектов и технологий в машиностроении.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы нанотехнологий в машиностроении» изучается в 5 семестре подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»: и относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.04.01.

Пререквизиты дисциплины: Материаловедение наноматериалов и наносистем, Физика, Физико-химические основы нанотехнологий.

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин		
	5 семестр		
	1	2	3
Предшествующие дисциплины			
1. Физика			+
2. Материаловедение наноматериалов и наносистем.		+	
3. Физико-химические основы нанотехнологий		+	+
Последующие дисциплины			
1. Моделирование микро- и наносистем	+	+	+
2. Нанометрология		+	

3. Оборудование нанотехнологичного производства	+	+	
4. Выпускная квалификационная работа	+	+	+

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

Р1, Р2, Р5, Р6 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02). Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ПСК-2	Частичный	<p><i>знать:</i> типовые методы производства изделий с наноструктурированным керамическим покрытием;</p> <p><i>уметь:</i> планировать и проводить мероприятия по разработке изделий с наноструктурированным керамическим покрытием в части, касающейся технологического процесса;</p> <p><i>владеть:</i> навыками выполнения технологических операций процесса производства изделий с наноструктурированным керамическим покрытием и обслуживания технологического оборудования.</p>

3. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «Основы нанотехнологий в машиностроении»

5 семестр: Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРП	СР		
1	Классификация и основы нанотехнологий. Особенности нанотехнологий в м/с. Принципы и методы различных структур наноматериалов.	5	1-6	6	12		6	48	12/50%	Рейтинг-контроль 1
2	Основы nanoизмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.	5	7-12	6	12	-	6	48	12/50%	Рейтинг-контроль 2
3	Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с. Основы размерной нанопереработки. Нанопорошки и их использование.	5	13-18	6	12		6	48	12/50%	Рейтинг-контроль 3
Итого за 5 семестр				18	36		18	144	36/50%	Зачет
Итого по дисциплине:				18	36		18	144	36/50%	Зачет

Содержание лекционных занятий

Раздел 1. Классификация и основы нанотехнологий. Особенности нанотехнологий в м/с. Принципы и методы различных структур наноматериалов.

Тема 1. Классификация и основы нанотехнологий. Основные термины и определения. Особенности применения нанотехнологий в м/с.

Тема 2. Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок. Нанопокрyтия в м/с.

Тема 3. Объемные и композитные наноматериалы. Типы структур наноматериалов.

Раздел 2. Основы nanoизмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.

Тема 1. Основы nanoизмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.

Тема 2. Основы электронной микроскопии. Основы АСМ.

Тема 3. Определение адгезионных свойств.

Раздел 3. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с. Основы размерной нанопереработки. Нанопорошки и их использование.

Тема 1. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с.

Тема 2. Основы размерной нанобработки.

Тема 3. Нанопорошки и их использование.

Содержание практических занятий

Раздел 1. Классификация и основы нанотехнологий. Особенности нанотехнологий в м/с. Принципы и методы различных структур наноматериалов.

Тема 1. Классификация и основы нанотехнологий.

Содержание занятий: Определение классификационных признаков нанотехнологий в машиностроении.

Тема 2. Особенности нанотехнологий в м/с.

Содержание занятий: Оценка перспективности применения нанотехнологий в различных отраслях машиностроения.

Тема 3. Принципы и методы получения различных структур наноматериалов.

Содержание занятий: Выявление особенностей получения наноматериалов машиностроительного назначения.

Раздел 2. Основы наноизмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.

Тема 1-3. Изучение основных подходов к проведению нанодиагностике, определение прочностных и адгезионных характеристик наноматериалов.

Содержание занятий: Изучение основных подходов к проведению нанодиагностике (измерение толщины наноматериала и его состава), определение прочностных и адгезионных характеристик наноматериалов с применением методов разрушающего контроля.

Раздел 3. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с. Основы размерной нанобработки. Нанопорошки и их использование.

Тема 1-2. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с. Основы размерной нанобработки.

Содержание занятий: Принципы размерной нанобработки. Основные области применения наноматериалов в машиностроении и перспективы их развития.

Тема 3. Нанопорошки и их использование в машиностроении.

Содержание занятий: Изучение требований к нанопорошковым материалам, применяемым в машиностроении.

Тематический план дисциплины

Раздел (тема) дисциплины	Аудиторные занятия		Практические занятия		Самостоятельная работа студентов			Выполнение контрольных заданий		
	Лекции		Темы		Темы	СРП, час.	СР, час.	Задания	СРП, час.	СР, час.
	Темы	час.	Темы	час.						
1. Классификация и основы нанотехнологий	- Нанотехнологии и наноматериалы. - Наносистемная техника. - Подходы к понятию наноматериалов.	2	Определение классификационных признаков нанотехнологий в машиностроении.	4	Преимущества и недостатки различных терминологических подходов к определению нанотехнологий. - Нанороботы и наноманипуляторы. - Наномшины и их использование в машиностроении.	1	8	Обоснование целесообразности применения нанотехнологий и наноматериалов.	1	8
	- Области применения нанотехнологий. - Особенности применения нанотехнологий в м/с.	2	Оценка перспективности применения нанотехнологий в различных отраслях машиностроения							
2. Особенности применения нанотехнологий в м/с	- Принципы получения различных структур наноматериалов. - Методы получения различных структур наноматериалов.	2	Выявление особенностей получения наноматериалов машиностроительного назначения.	2	- PVD-методы получения наноструктурных пленок. - CVD-технологии получения нанопокрывтий.	1	8	Подбор технологического оборудования для получения различных наноструктурированных материалов	1	8
	Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.	2	Изучение основных подходов к проведению нанодиагностики (измерение толщины наноматериала и его состава), определение прочностных и адгезионных характеристик наноматериалов с применением методов разрушающего контроля.							
3. Принципы и методы получения различных структур наноматериалов	Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.	2	Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.	6	- Основы нанозмерений и нанодиагностики. - Сравнение международных стандартов для оценки нанобъектов.	1	8	Определение характеристик многослойных наноструктурных покрытий.	1	8
	Основа электронной микроскопии.	2	Основа атомно-силовой микроскопии.							
4. Основы нанозмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.	Основа электронной микроскопии.	2	Определение рельефа поверхности наноструктурированных материалов.	1	Определение адгезионных характеристик наноструктурированных покрытий	1	8	Определение рельефа поверхности наноструктурированных материалов.	1	8
	Методы определения адгезионных свойств наноструктурированных покрытий	2	Определение адгезионных характеристик наноструктурированных покрытий							

7. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с.	Применения нанотехнологий в различных областях машиностроения.	2	Принципы размерной нанопереработки. Основные области применения наноматериалов в машиностроении и перспективы их развития	4	Обзор тенденций и наиболее перспективных областей применения наноматериалов.	1	8	Сравнительный анализ примененных наноструктурированных материалов в России и за рубежом	1	8
8. Основы размерной нанопереработки.	- Основы размерной нанопереработки. - Области применения размерной нанопереработки.	2			Преимущества размерной нанопереработки материалов.	1	8	Подбор требуемого типа устройств для нанопереработки.	1	8
9. Нанопорошки и их использование.	- Области применения нанопорошков в машиностроении. - Методы получения наноструктурированных порошковых материалов	2	Изучение требований к нанопорошковым материалам, применяемым в машиностроении.	2	Обзор оборудования для анализа порошковых наноматериалов	1	8	Определение химического наноструктурированного порошкового материала	1	8

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Аддитивные технологии» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №1.1; 1.3; 3.2.);*
- *Групповая дискуссия (тема № 1.2; 3.1; 3.3);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема № 2.1; 2.2; 2.3).*

Методы активного и практического (экспериментального) обучения

Методы активного обучения применяются с целью вовлечения студентов непосредственно в процесс размышления и решения задач. В активном обучении меньше внимания уделяется пассивной передаче информации и больше – практике управления, применения, анализа и оценки идей. Понимание повышает мотивацию студентов к выполнению задания и формирует навык обучения в течение всей жизни.

Активное обучение трансформируется в практическое (экспериментальное), при котором студенты пробуют себя в смоделированных профессиональных ситуациях, например, выполняя проекты, имитируя или анализируя реальные случаи из инженерной практики.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ; УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №1.

1. Классификация нанотехнологий.
2. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.
3. Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.
4. Фуллерены.
5. Нановолокна и нанотрубки.
6. Особенности квантовых точек.
7. Перспективы использования графена.
8. Физические особенности наноматериалов.
9. Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокровтий.
10. Нанопокровтия в изделиях машиностроения.
11. Объемные наноматериалы в машиностроении.
12. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
13. Типы структур наноматериалов.
14. Композитные наноматериалы.
15. Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов.
16. Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.
17. Методы получения наноматериалов интенсивной пластической деформацией.
18. Методы спекания нанопорошков для получения материалов.
19. Компактирование при производстве наноматериалов.
20. Химические основы получения наноматериалов.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 2

1. Обзор электронных микроскопов.
2. Просвечивающая электронная микроскопия.

3. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
4. Сканирующая зондовая микроскопия.
5. Обзор современных зондовых микроскопов.
6. Методы поверхностных наноизмерений.
7. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
8. Устройства для дифракционного анализа.
9. Спектральные методы оценки наноструктур.
10. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
11. Наноиндентирование и микроиндентирование.
12. Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покрытий.
13. Калотестирование при оценке толщины пленок и покрытий.
14. Трибологические свойства наноструктурных пленок и покрытий.
15. Адгезионные свойства нанопокровтий.
16. Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
17. Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
18. Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
19. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
20. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 3

1. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
2. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
3. Нанолитография.
4. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
5. Основные типы устройств для наноперемещений.
6. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
7. Нанороботы и наноманипуляторы.
8. Методы нанесения нанопокровтий.
9. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
10. Наномшины и их использование.
11. Многофункциональные наноструктурированные пленки.
12. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
13. PVD-методы получения наноструктурных пленок.
14. CVD-технологии получения нанопокровтий.
15. PECVD-технологии получения покрытий.
16. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
17. Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
18. Многофункциональные наноструктурные покрытия.
19. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
20. Метод катодного распыления для получения покрытий.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины в форме зачета.

Вопросы к зачету

1. Классификация нанотехнологий.
2. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.
3. Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.
4. Фуллерены.
5. Нановолокна и нанотрубки.
6. Особенности квантовых точек.

7. Перспективы использования графена.
8. Физические особенности наноматериалов.
9. Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокровтий.
10. Нанопокровтия в изделиях машиностроения.
11. Объемные наноматериалы в машиностроении.
12. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
13. Типы структур наноматериалов.
14. Композитные наноматериалы.
15. Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов.
16. Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.
17. Методы получения наноматериалов интенсивной пластической деформацией.
18. Методы спекания нанопорошков для получения материалов.
19. Компактирование при производстве наноматериалов.
20. Химические основы получения наноматериалов.
21. Обзор электронных микроскопов.
22. Просвечивающая электронная микроскопия.
23. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
24. Сканирующая зондовая микроскопия.
25. Обзор современных зондовых микроскопов.
26. Методы поверхностных наноизмерений.
27. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
28. Устройства для дифракционного анализа.
29. Спектральные методы оценки наноструктур.
30. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
31. Наноиндентирование и микроиндентирование.
32. Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покровтий.
33. Калотестирование при оценке толщины пленок и покровтий.
34. Трибологические свойства наноструктурных пленок и покровтий.
35. Адгезионные свойства нанопокровтий.
36. Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покровтий.
37. Особенности диагностики многослойных наноструктурных покровтий.
38. Основы нанометрологического обеспечения измерений покровтий.
39. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
40. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.
41. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
42. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
43. Нанолитография.
44. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
45. Основные типы устройств для наноперемещений.
46. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
47. Нанороботы и наноманипуляторы.
48. Методы нанесения нанопокровтий.
49. Получение алмазоподобных наноструктурированных покровтий.
50. Наномашины и их использование.
51. Многофункциональные наноструктурированные пленки.
52. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покровтий.
53. PVD-методы получения наноструктурных пленок.
54. CVD-технологии получения нанопокровтий.
55. PECVD-технологии получения покровтий.
56. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покровтий.
57. Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покровтий.

58. Многофункциональные наноструктурные покрытия.
 59. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
 60. Метод катодного распыления для получения покрытий.

Самостоятельная работа

Раздел 1. Классификация и основы нанотехнологий. Особенности нанотехнологий в м/с. Принципы и методы различных структур наноматериалов.

Тема 1. Фуллерены. Нановолокна и нанотрубки.

Тема 2. Особенности квантовых точек. Перспективы использования графена.

Тема 3. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.

Раздел 2. Основы наноизмерений и нанодиагностики. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.

Тема 1. Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.

Тема 2. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.

Тема 3. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.

Раздел 3. Применение и тенденции развития нанотехнологий в м/с. Основы размерной нанобработки. Нанопорошки и их использование.

Тема 1. Наноактуаторы и нанопозиционеры. Нанолитография.

Тема 2. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий в машиностроении.

Тема 3. PECVD-технологии получения покрытий в машиностроении. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий в машиностроении.

Учебно-методическое обеспечение СР и СРП

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов приводится в методических рекомендациях по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении».

7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М - 589 с. ISBN 978-5-16-009531-8	2018		http://znanium.com/bookread2.php?book=446097
2. Применение интеллект. материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин: монография/В.А.Зорин, Н.И.Баурова, 2 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, - 110 с. ISBN 978-5-16-010801-8	2017		http://znanium.com/bookread2.php?book=502576
3. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, - 144 с. ISBN 978-5-98281-355-8, 522	2017		http://znanium.com/bookread2.php?book=415572
Дополнительная литература			

1. Лепешев, А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [Электронный ресурс] / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2.	2017		http://znanium.com/bookread2.php?book=442144
2. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Часть II/Величко А.А., Филимонова Н.И. - Новосибир.: НГТУ, - 227 с.: ISBN 978-5-7782-2534-3	2016		http://znanium.com/bookread2.php?book=546528
3. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с. ISBN 978-5-16-009335-2	2018		http://znanium.com/bookread2.php?book=432594

7.2. Периодические издания:

- электронный журнал «Российские нанотехнологии»;
- международный научно-технический журнал «Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век»;
- ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал «Нано- и Микросистемная техника».

7.3. Интернет-ресурсы:

Проблемно-ориентированный портал: <http://www.portalnano.ru/>;

Проблемно-ориентированный портал: <http://www.ru-tech.ru/pub/nano/>;

Проблемно-ориентированный портал: <http://www.ntsр.info/>;

Проблемно-ориентированный портал: <http://www.nanotech.ru/>.

Учебно-методические издания

1. Беляев Л.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Беляев Л.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Беляев Л.В. Оценочные средства по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=167>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» кафедры ТМС ВлГУ располагает необходимым материально-техническим обеспечением:

1. Лаборатория 2D- и 3D наноструктурированных покрытий (ауд. 119-4)

Оборудование:

1. Установка для нанесения наноструктурированных покрытий UniCoat 600SL+;
Установка для нанесения покрытий методом PVD с максимальной толщиной многослойного сэндвич-покрытия до 20 мкм на весь диапазон используемого концевой инструмента с системой визуализации, управления и термометрирования технологического процесса в течение всего цикла изготовления. Основные типы покрытий: традиционные покрытия – TiN, TiCN, Ti-C:H; 3D-нанокompозитные покрытия; 2D-нанокompозитные покрытия и пленки (в том числе алмазоподобные)- суперлаттики.
2. Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000. Предназначен для измерения микротвердости в том числе и покрытий.
3. Испытательная система на растяжение с термокамерой WDW-100.
4. Калотестер CSM CAT (Модель CAT-S-AE).
5. Микрокомбитестер CSM MCT.
6. Трибометр CSM (Модель TRB-S-CE-000).

2. Ауд.104-3. Лаборатория электронной микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ).

Оборудование:

- сканирующий электронный микроскоп Quanta 200-3D.

3. Лаборатория зондовой микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ, ауд.419-3).

Оборудование:

- сканирующая зондовая нанолаборатория «Интегра Аура».

4. Лаборатория получения и исследования углеродных нанотрубок (ауд. 108а-4).

Оборудование:

- установка для получения углеродных нанотрубок и волокон «Таунит».

Промышленный реактор для получения углеродных нанотрубок, нановолокон.

- установка ультразвуковой мойки, производитель УЗ техника (РФ).

- диспергатор, производитель УЗ техника (РФ).

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

9.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

9.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные практические работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные практические, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показателям	Тесты, письменные практические, самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;

- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС
ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

Рабочую программу составил  д.т.н., доцент каф. ТМС Теляев А.С.
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) Директор ООО «СПЕЦМЕХАНИКА», к.т.н.

Волков М.Ю.
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения
Протокол № 1 от 29.08.2019 года

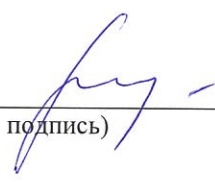
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.


(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 1 от 29.08.2019 года


Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.


(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 20 / 20 21 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.2020 года

Заведующий кафедрой  - д.т.н., профессор Меркулов В.В.

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____