Министерство образования и науки 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_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Направление подготовки: 27.03.05 «Инноватика»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед,час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	7, 252	18	36	-	198	зачет с оценкой
Итого	7, 252	18	36	-	198	зачет с оценкой

Владимир, 2017 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» направлено на достижение следующих целей ОПОП 27.03.05 «Инноватика»:

Код цели	*Формулировка цели*
Ц2	Подготовка выпускников к *проектно-конструкторской деятельности*, в т.ч. в междисциплинарных областях, связанных с выбором, оптимизацией и разработкой технологий и конструкций изготовления продукта инновационных проектов.

Целями освоения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» являются: формирование теоретических знаний по технологиям получения наноразмерных объектов, как инструмента решения инновационных инженерных задач в машиностроении; получение практических навыков работы с приборами зарубежных и отечественных фирм в области наноизмерений и нанодиагностики, в том числе нано- и микроиндентирования, кало- и скратч-тестирования, электронной и атомно-силовой микроскопии; знакомство с современными тенденциями развития нанотехнологий и использования наноразмерных объектов и технологий в машиностроении.

Задачи изучения дисциплины:

- 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 микроиндентирования, кало- и скратч-тестирования, электронной и атомно-силовой микроскопии;
- обоснование современных тенденций развития нанотехнологий и использования наноразмерных объектов и технологий в машиностроении.

Виды учебной работы: лекционные и практические занятия. Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой во 2-м семестре.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы нанотехнологий в машиностроении» изучается во 2-м семестре и относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.01.01).

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

Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечивающих (последующих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
	2 семестр								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1. Математика.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Физика.	+	+	+				+	+	+
3. Химия.							+	+	+
4. Материаловедение.							+	+	+
Последующие дисциплины									
1. Социально-экономические аспекты развития машиностроения							+	+	+

2. Аддитивные технологии							+	+	+
3. Технологии нововведений							+	+	+
4. Разработка инновационных проектов							+	+	+
5. Научно-исследовательская работа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6. Выпускная квалификационная работа.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 27.03.05:
Р2, Р5 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 27.03.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемым компетенциям ОПОП:

– способностью разрабатывать проекты реализации инноваций с использованием теории решения инженерных задач и других теорий поиска нестандартных, креативных решений, формулировать техническое задание, использовать средства автоматизации при проектировании и подготовке производства, составлять комплект документов по проекту (ПК-12):

знать: основы теорий решения инженерных задач и поиска нестандартных, креативных решений;

уметь: формулировать техническое задание и составлять комплект документов по проекту;

*владеть**:*** навыками использования средств автоматизации при проектировании и подготовке производства;

– способностью конструктивного мышления, применять методы анализы вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимального (ПК-15):

знать: основные критерии выбора и алгоритмы принятия оптимального решения;

уметь: применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений;

*владеть**:*** способностью конструктивного мышления.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа

№ 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, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРП	СР	КП / КР		
1.	**Классификация и основы нанотехнологий.**	**2**	**1-6**	**6**	**12**	**-**	**-**	**66**	**-**	**9 / 50**	Рейтинг контроль № 1
1.1	Особенности нанотехнологий в машиностроении.	2	1-2	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
1.2	Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок.	2	3-4	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
1.3	Нанопокрытия в машиностроении. Объемные и композитные наноматериалы. Типы структур наноматериалов.	2	5-6	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
2.	**Основы наноизмерений и нанодиагностики.**	**2**	**7-12**	**6**	**12**	**-**	**-**	**66**	**-**	**9 / 50**	Рейтинг контроль № 2
2.1	Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов. Определение адгезионных свойств.	2	7-8	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
2.2	Основы электронной микроскопии.	2	9-10	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
2.3	Основы атомно-силовой микроскопии.	2	11-12	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
3.	**Применение и тенденции развития нанотехнологий в машиностроении.**	**2**	**13-18**	**6**	**12**	**-**	**-**	**66**	**-**	**9 / 50**	Рейтинг контроль № 3
3.1	Основы размерной нанообработки.	2	13-14	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
3.2	Нанопорошки и их использование.	2	15-16	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
3.3	Методы консолидации нанопорошков.	2	17-18	2	4	-	-	22	-	3 / 50	
Всего				18	36	-	-	198	-	27 / 50	Зачет с оценкой

Раздел (тема) дисциплины	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа студентов					
	Лекции		Практические занятия		Проработка теоретического материала. Подготовка к рейтинг-контролю			Выполнение контрольных заданий		
	Темы	ч	Темы	ч	Темы	СРП, ч	СРС, ч	Задания	СРП, ч	СРС, ч
1.1. Особенности нанотехнологий в машиностроении.	- Объемные наноматериалы в машиностроении. - Типы структур наноматериалов. - Композитные наноматериалы.	2	Классификация наноматериалов.	4	Классификация нанотехнологий. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.	-	11	Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.	-	11
1.2. Принципы и методы получения 1D и 2D углеродных наноматериалов.	- Методы синтеза и свойства фуллеренов, - Методы синтеза и свойства нанотрубок. - Методы синтеза и свойства графена.	2	Технологические системы получения наноматерилов.	4	Фуллерены. Нановолокна и нанотрубки. Особенности квантовых точек. Перспективы использования графена.	-	11	Физические особенности наноматериалов.	-	11
1.3. Нанопокрытия в машиностроении. Объемные и композитные наноматериалы. Типы структур наноматериалов.	- PVD-методы получения наноструктурных пленок. - CVD-технологии получения нанопокрытий. - PECVD-технологии получения покрытий.	2	Технологические системы нанесения структурированных нанопокрытий	4	Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокрытий. Нанопокрытия в изделиях машиностроения.	-	11	Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.	-	11

2.1. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов. Определение адгезионных свойств.	- Наноиндентирование и микроиндентирование. - Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покрытий. - Трибологические свойства наноструктурных пленок и покрытий. - Адгезионные свойства нанопокрытий. - Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.	2	Исследование возможности внедрения нанотехнологических разработок в машиностроительном производстве.	4	Устройства для дифракционного анализа. Спектральные методы оценки наноструктур. Рентгеновские методы оценки наноструктур.	-	11	Многофункциональные наноструктурные покрытия.	-	11
2.2. Основы электронной микроскопии.	- Сканирующая электронная микроскопия. - Просвечивающая электронная микроскопия.	2	Технические средства исследования нанокомпозитных материалов и наноструктурированных покнытий.	4	Обзор электронных микроскопов. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая сканирующая электронная микроскопия.	-	11	Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.	-	11
2.3. Основы сканирующей микроскопии.	- Туннельная микроскопия. - Атомно-силовая микроскопия.	2	Технические средства исследования нанокомпозитных материалов и наноструктурированных покнытий.	4	Сканирующая зондовая микроскопия. Обзор современных зондовых микроскопов. Методы поверхностных наноизмерений. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.	-	11	Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.	-	11

3.1. Основы размерной нанообработки.	- Размерная обработка в машиностроении - Технологические факторы механообработки - Типовые прецизионные технологии.	2	Процессный подход в прецизионной технологии.	4	Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация. Обзор оборудования для размерной нанообработки. Нанолитография.	-	11	Наноактуаторы и нанопозиционеры. Нанороботы и наноманипуляторы. Наномашины и их использование.	-	11
3.2. Нанопорошки и их использование.	- Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов. - Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.	2	Технологические системы и процессы получения порошковых наноматериалов.	4	Нанопорошки и их использование в машиностроении.	-	11	Основные типы устройств для перемешивания композиционных нанопорошков.	-	11
3.3. Методы консолидации нанопорошков.	- Методы спекания нанопорошков для получения материалов. - Консолидация при производстве наноматериалов.	2	Технологические системы консолидации порошковых наноматериалов.	4	Классификация методов консолидации нанопорошков	-	11	Методы снижения собирательной рекристаллизации при консолидации нанопорошков.	-	11

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых кафедрой, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребности работодателей).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах – составляет 50% аудиторных занятий.

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

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 нанопокрытий.
10. Нанопокрытия в изделиях машиностроения.

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.

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 нанопокрытий.
9. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
10. Наномашины и их использование.

Вопросы к зачету с оценкой

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 нанопокрытий.
10. Нанопокрытия в изделиях машиностроения.
11. Обзор электронных микроскопов.
12. Просвечивающая электронная микроскопия.
13. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
14. Сканирующая зондовая микроскопия.
15. Обзор современных зондовых микроскопов.
16. Методы поверхностных наноизмерений.
17. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
18. Устройства для дифракционного анализа.
19. Спектральные методы оценки наноструктур.
20. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
21. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
22. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
23. Нанолитография.
24. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
25. Основные типы устройств для наноперемещений.
26. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
27. Нанороботы и наноманипуляторы.
28. Методы нанесения нанопокрытий.
29. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
30. Наномашины и их использование.

Темы для самостоятельной работы студентов

- Классификация нанотехнологий. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.
- Фуллерены. Нановолокна и нанотрубки. Особенности квантовых точек. Перспективы использования графена.
- Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокрытий. Нанопокрытия в изделиях машиностроения.
- Устройства для дифракционного анализа. Спектральные методы оценки наноструктур. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
- Обзор электронных микроскопов. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая сканирующая электронная микроскопия.

- Сканирующая зондовая микроскопия. Обзор современных зондовых микроскопов. Методы поверхностных наноизмерений. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
- Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация. Обзор оборудования для размерной нанообработки. Нанолитография.
- Нанопорошки и их использование в машиностроении.
- Классификация методов консолидации нанопорошков.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

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; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009531-8, 500 экз. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=446097 — Загл. с экрана.

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, 2015. - 110 с.: 60x90 1/16. - (Науч. мысль) (Обложка) ISBN 978-5-16-010801-8, 500 экз. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=502576 — Загл. с экрана.

3. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-355-8, 522 экз. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=415572 — Загл. с экрана.

4. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс]: монография / А.М. Капитонов, В.Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. - ISBN 978-5-7638-2750-7. —Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=492077 — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II/ВеличкоА.А., ФилимоноваН.И. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 227 с.: ISBN 978-5-7782-2534-3 — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=546528 — Загл. с экрана.

2. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009335-2, 500 экз. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=432594 — Загл. с экрана.

3. Лепешев, А.А. Плазменное напыление аморфных и нанокристаллических материалов [Электронный ресурс]: монография / А.А. Лепешев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 224 с. - ISBN 978-5-7638-2803-0. — Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=492492 — Загл. с экрана.

в) 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".

в) Интернет-ресурсы

http://www.portalnano.ru/ http://www.ru-tech.ru/pub/nano
http://www.ntsr.info/ http://www.nanotech.ru/
http://www.nanonewsnet.ru/ http://nano-info.ru/

Учебно-методические издания

1. Аборкин А.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 27.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: http://cs.cdo.vlsu.ru/

2. Аборкин А.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 27.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: http://cs.cdo.vlsu.ru/
3. Аборкин А.В. Оценочные средства по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 27.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2017. - 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 27.03.05 «Инноватика» http://op.vlsu.ru/index.php?id=167

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» кафедра 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 концевого 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-нанокомпозитные покрытия; 2D-нанокомпозитные 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).

Кроме того, для проведения лекционных занятий используются наборы слайдов и кинофильмы, позволяющие студентам приобрести навыки компьютерной симуляция измерений нанообъектов.

5. Аудитория 227-2 для проектной и самостоятельной работы студентов.

В состав аудитории входят 12 графических станций с установленным необходимым программным обеспечением: Creo, КОМПАС, MathCad и др.

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, видеотехникой, 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 лабораторные	Преимущественно письменная

	работы, вопросы к зачету, контрольные работы	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 лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные лабораторные, 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 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 27.03.05 «Инноватика» _____

Рабочую программу составил доц. каф. ТМС Аборкин А.В. _____
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):
ЗАО «Рост-Плюс», заместитель директора
Ионов В.В. _____
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 1 от 29.08.2017 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.05 «Инноватика» _____

Протокол № 1 от 29.08.2017 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. _____
(ФИО, подпись)