

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

«Методы диагностики в нанотехнологиях»

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. работ, час.	СРП, час	СР, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	3, 108	18	18	-	9	63	зачёт
Итого	3, 108	18	18	-	9	63	зачёт

Владимир, 20 19.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	Формулировка цели
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.
Ц3	Подготовка выпускников к производственно-технологической деятельности, обеспечивающей участие в составе коллектива исполнителей в работах по производству и контролю качества нанообъектов и изделий на их основе;

Целью освоения дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» является: формирование у студентов базовых знаний по методам обработки деталей из современных изучение методов диагностики и испытаний наноматериалов, которые носят как теоретический, так и экспериментальный характер. Это подразумевает освоение и решения ряда взаимосвязанных научно-исследовательских и практических задач

Задачи изучения дисциплины:

- получение теоретических навыков и компетенций в области существующих и перспективных технологий оптической, атомно-силовой и электронной микроскопии, рентгеновской спектро- и дифрактометрии; физико-химических основ их функционирования;

- основ моделирования данных процессов, анализе новых областей использования новых методов диагностики и испытаний наноматериалов в машиностроении;

- практических навыков в области диагностики.

Виды учебной работы: лекции, практические занятия, СРП, СР. Изучение дисциплины заканчивается зачетом в 7-м семестре.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы диагностики в нанотехнологиях» изучается в 7 семестре подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и относится к дисциплинам по выбору части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.ДВ.08.01.

Пререквизиты дисциплины: Введение в наноинженерию, Основы нанотехнологий в машиностроении, Физика, Материаловедение, Физико-химические основы нанотехнологий.

Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	7 семестр		
	1	2	3
Предшествующие дисциплины			
1. Введение в наноинженерию	+		+

2. Основы нанотехнологий в машиностроении		+	
3. Физика		+	+
4. Материаловедение	+		+
5. Физико–химические основы нанотехнологий	+	+	
Последующие дисциплины			
1. Нанометрология		+	+
2. Испытание изделий		+	
3. Оборудование нанотехнологического 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, Р3, Р4, Р5 (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> основные технологические параметры производства изделий с наноструктурированным керамическим покрытием;</p> <p><i>уметь:</i> анализировать технологические процессы производства изделий с наноструктурированным керамическим покрытием;</p> <p><i>владеть:</i> навыками по разработке технологических проектов по изготовлению изделий с наноструктурированным керамическим покрытием</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы диагностики в нанотехнологиях»

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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	Раздел 1. Введение в курс. Методы сканирующей зондовой микроскопии.	7	1-6	6	6	-	3	21	9/60%	Рейтинг-контроль 1
2	Раздел 2. Методы электронной и оптической микроскопии.	7	7-12	6	6	-	3	21	9/60%	Рейтинг-контроль 2
3	Раздел 3. Методы рентгеновской диагностики и исследования материалов	7	13-18	6	6	-	3	21	9/60%	Рейтинг-контроль 3
Итого за 7 семестр:				18	18	-	9	63	27/60%	зачёт
Итого по дисциплине:				18	18	-	9	63	27/60%	зачёт

Содержание лекционных занятий

Раздел 1. Введение в курс. Методы сканирующей зондовой микроскопии.

Тема 1. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия.

Тема 2. Атомно-силовая микроскопия.

Тема 3. Электрические и оптические методики сканирующей зондовой микроскопии.

Раздел 2. Методы электронной и оптической микроскопии.

Тема 1. Электронная растровая микроскопия.

Тема 2. Оптическая микроскопия.

Раздел 3. Методы рентгеновской диагностики и исследования материалов

Тема 1. Рентгеноспектральный микроанализ.

Тема 2. Методы рентгеновского флуоресцентного анализа (RFA) и абсорбционной рентгеновской спектроскопии (XAFS, EXAFS, XANES).

Тема 3. Рентгенооптические методы исследования наноструктур: рефлектометрия, рефрактометрия, рентгеновская дифрактометрия, малоугловое рассеяние (SAXS, GISAXS).

Содержание практических занятий

Раздел .1 Введение в курс. Методы сканирующей зондовой микроскопии.

Тема 1. Основы атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Содержание занятий: Изучение принципов формирования изображений при АСМ

Тема 2. Методы исследования материалов с использованием атомно-силовой микроскопии.

Содержание занятий: Изучение особенностей методов исследования материалов с применением АСМ.

Тема 3. Методики диагностики материалов с использованием сканирующей туннельной микроскопии.

Содержание занятий: Изучение областей применения сканирующей туннельной микроскопии.

Раздел 2. Методы электронной и оптической микроскопии.

Тема 1. Основы электронной микроскопии.

Содержание занятий: Изучение основ электронной микроскопии. Понятия и методы исследования.

Тема 2. Физические основы оптической микроскопии.

Содержание занятий: Изучение физических закономерностей, используемых при оптической микроскопии.

Тема 3. Микро- и макроанализ металлических материалов методами оптической микрометрии.

Содержание занятий: Проведения микро- и макроанализа материалов методами оптической микрометрии.

Раздел 3 Методы рентгеновской диагностики и исследования материалов

Тема 1. Основы рентгеновской диагностики.

Содержание занятий: Изучение основ рентгеновской диагностики материалов. Понятия и методы исследования.

Тема 2. Изучение устройства источника генерированного рентгеновского излучения, рентгеновских трубок.

Содержание занятий: Изучение устройства и назначения основных элементов рентгеновских трубок.

Тема 3. Определение искажений кристаллической решетки по данным рентгеновской дифракции

Содержание занятий: Определение искажений кристаллической решётки методом рентгеновской дифракции.

Тематический план дисциплины

Раздел (тема) дисциплины	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа студентов				Выполнение контрольных заданий		
	Лекции		Практические занятия		Изучение теории		Задания	СРП, час.	СР, час.	СРП, час.	СР, час.
	Темы	час.	Темы	час.	Темы	СРП, час.					
Введение в курс. Методы сканирующей зондовой микроскопии.	Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия.	2	Основы атомно-силовой микроскопии.	2	История развития сканирующей зондовой микроскопии.	0.5	Рассмотрите возможности совмещения атомно-силового микроскопа с другими исследовательскими приборами.	0.5	3	0.5	3
	Атомно-силовая микроскопия.	2	Методы исследования материалов с использованием атомно-силовой микроскопии.	2	Вычисление туннельного тока СТМ.	0.5	Опишите общее устройство и принципы работы СЗМ	0.5	3	0.5	3
	Электрические и оптические методики сканирующей зондовой микроскопии.	2	Методики диагностики материалов с использованием сканирующей туннельной микроскопии.	2	Атомное разрешение СТМ.	0.5	Выделите основные типы сканирующих элементов и механизмов подвода и перемещения зонда относительно поверхности образца в табличном виде	0.5	3	0.5	3
Методы электронной и оптической микроскопии.	Электронная растровая микроскопия.	3	Основы электронной микроскопии.	2	Виртуальные атомно-силовые микроскопы.	0.5	Опишите устройство и принцип работы СТМ	0.5	4	0.5	4
	Оптическая микроскопия.	3	Физические основы оптической микроскопии.	2	Технологии изготовления АСМ и СТМ-зондов.	0.5	Рассмотрите потенциал взаимодействия зонда с образцом в АСМ	0.5	4	0.5	4
			Микро- и макроанализ металлических материалов методами оптической микроскопии.	2	Исследование механических свойств поверхностей методами АСМ.	0.5	Опишите устройство и принцип работы СЗМ в режиме контактной АСМ.	0.5	4	0.5	4

Методы рентгеновской диагностики исследования материалов	Рентгеноспектральный микроанализ	2	Основы рентгеновской диагностики.	2	Атомно-силовая микроскопия в биологии.	0.5	4	Опишите устройство и принцип работы СЗМ бесконтактном и полуконтактном режимах АСМ.	0.5	5
	Методы рентгеновского флуоресцентного анализа (RFA) и абсорбционной рентгеновской спектроскопии (XAFS, EXAFS, XANES).	2	Изучение устройства источника генерированного рентгеновского излучения, рентгеновских трубок.	2	Тест-объекты для АСМ: калибровки сравнение характеристик.	0.5	3	Проведите исследование магнитных свойств материалов методом МСМ	0.5	3
	Рентгенооптические методы исследования наноструктур: рефлектометрия, рефрактометрия, рентгеновская дифрактометрия, малоугловое рассеяние (SAXS, GISAXS).	2	Определение искажений кристаллической решетки по данным рентгеновской дифракции	2	Артефакты АСМ и методы борьбы с ними.	0.5	3	Проведите исследование электрических свойств материалов с помощью СЗМ.	0.5	3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» 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).*

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. Расскажите общее устройство и принципы работы, присущие любому СЗМ.
2. Каковы основные типы сканеров, применяемых в СЗМ?
3. Какое основное физическое явление лежит в основе СТМ?
4. Каким образом реализуется режим постоянной высоты СТМ?
5. Каким образом реализуется режим постоянного тока СТМ?
6. Какие ограничения на свойства исследуемых материалов накладывает СТМ?
7. Каким образом реализуется режим сканирующей туннельной спектроскопии?
8. Приведите примеры использования СТМ при исследовании наноматериалов.
9. Изобразите силовую кривую, характеризующую взаимодействие между зондом и поверхностью. Какие участки кривой каким основным режимам АСМ соответствуют?
10. Каким образом реализуется режим постоянной высоты в контактной АСМ?
11. Каким образом реализуется режим постоянной силы в контактной АСМ?
12. Какие деформации каптильвера регистрируются в режиме микроскопии сил трения?
13. Какие свойства поверхности могут быть измерены с помощью микроскопии модуляции силы и атомно-силовой акустической микроскопии?
14. Изобразите зависимость амплитуды и фазы вынужденных колебаний каптильвера от расстояния между зондом и поверхностью. Каким образом можно определить расстояния, на которых реализуется режим притяжения и режим отталкивания между зондом и поверхностью?

15. Каким образом реализуется режим отображения фазы в бесконтактной или полуконтактной АСМ? Какие дополнительные свойства материалов могут быть исследованы в этом режиме?
16. Какие основные типы артефактов могут наблюдаться на изображениях СЗМ?
17. В чем сущность двухпроходных методик СЗМ?
18. Какие измеряемые физические величины могут быть использованы в МСМ для получения магнитного контраста на изображениях?
19. Какие типы электромеханического взаимодействия возможны между кантилевером и образцом в контактном режиме?
20. Приведите несколько вариантов реализации двухпроходных методик СЗМ для измерения электрических свойств материалов.
21. В чем заключается эффект гигантского усиления сигнала комбинационного рассеяния вблизи острия проводящего зонда?
22. Какие основные типы воздействий зонда на поверхность образца используются в режимах сканирующей зондовой литографии?
23. Какие существуют варианты визуализации изображений СЗМ?
24. Какие методы математической обработки могут быть использованы для коррекции изображений СЗМ?
25. Какие существуют методы статистического анализа изображений СЗМ? Какие объекты являются предметом анализа?

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №2

1. Что такое оже-эффект?
2. Назовите виды оже-спектроскопии, различающиеся по способу ионизации основного уровня.
3. Назовите характерные значения энергии первичных электронов, используемых в оже-электронной спектроскопии.
4. В чем преимущество дифференциального представления оже-спектров?
5. Чем определяется кинетическая энергия оже-электрона?
6. Почему для CVV оже-переходов ширина спектральных линий обычно больше, чем для ССС переходов?
7. Как видоизменяется форма спектральной линии оже-электронов в случае, когда энергия взаимодействия дырок в конечном состоянии велика по сравнению с шириной валентной зоны?
8. От чего зависит интенсивность оже-электронных линий?
9. Можно ли наблюдать оже-электронные спектры лития в газовой фазе и почему?
10. Каково пространственное разрешение метода ОЭС?
11. Что такое процесс Костера–Кронига?
12. Чем определяется разрешение в просвечивающем электронном микроскопе?
13. Какие виды электронов анализируются в сканирующем электронном микроскопе?
14. Какие известны зондовые методы анализа наносистем?
15. Что такое оптическая ближнепольная микроскопия и где она может быть использована?
16. Какие известны методы оптической спектроскопии наносистем и на чем основано их использование?
17. Какие ограничения накладывает дифракционный предел на пространственное разрешение классической оптической микроскопии?
18. Какое конструктивное решение реализовано в конфокальной оптической микроскопии для повышения пространственного разрешения?
19. Какие дополнительные возможности дает сканирующая лазерная конфокальная микроскопия комбинационного рассеяния?

20. В чем заключается основная идея реализации сканирующей ближнепольной оптической микроскопии, обеспечивающая многократное увеличение разрешающей способности методики?

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №3

1. Оцените время заполнения 1 МЛ поверхности при $p=10^{-9}$ Торр и $T=300$ К.
2. Дайте физическую интерпретацию химического сдвига в рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).
3. Объясните различие измерения энергии связи в металлах и полупроводниках в РФЭС.
4. Обоснуйте плазмонный механизм формирования длины свободного пробега фотоэлектронов.
5. При каком режиме возбуждения остовных электронов (адиабатическом или внезапном) будет наблюдаться рождение электрон-дырочных пар?
6. Назовите необходимое условие существования спин-орбитального расщепления в РФЭС.
7. Объясните эффекты начального и конечного состояния в РФЭС.
8. Какие спутники могут наблюдаться в РФЭ спектрах?
9. Чем различается спин-орбитальное и мультиплетное расщепление?
10. Объясните причину ассиметричной формы РФЭ спектров. В чем заключается явление ортогональной катастрофы Андерсона?
11. Зачем нужно охлаждать анод рентгеновской пушки?
12. Каков принцип работы полусферического анализатора?
13. Интерпретация зависимости длины свободного пробега электрона в твердом теле от его кинетической энергии.
14. Как реализуются измерения плотности электронных состояний и локальной работы выхода в СТМ? Можно ли строго определить локальную работу выхода и плотность состояний в данной точке? Или же СТМ позволяет только рассмотреть контраст этих величин по поверхности образца?
15. Что такое уровень Ферми в металле? Нарисуйте зонную диаграмму туннельного контакта металл-металл при наличии напряжения смещения. Какие электроны на этой диаграмме вносят преимущественный вклад в ток?
16. Опишите основные методы изготовления СТМ-зондов и их параметры.
17. Требуется ли для проведения СТМ-исследований определенная степень вакуума? Если да, то какая? Если нет, то почему?
18. Методы и область применения рентгеновского флуоресцентного анализа (RFA)
19. Методы и область применения абсорбционной рентгеновской спектроскопии (XAFS, EXAFS, XANES)
20. Рентгенооптические методы исследования наноструктур: рефлектометрия, рефрактометрия, рентгеновская дифрактометрия, малоугловое рассеяние (SAXS, GISAXS).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины в форме зачёта.

Вопросы к зачёту

1. Расскажите общее устройство и принципы работы, присущие любому СЗМ.
2. Каковы основные типы сканеров, применяемых в СЗМ?
3. Какое основное физическое явление лежит в основе СТМ?
4. Каким образом реализуется режим постоянной высоты СТМ?
5. Каким образом реализуется режим постоянного тока СТМ?
6. Какие ограничения на свойства исследуемых материалов накладывает СТМ?
7. Каким образом реализуется режим сканирующей туннельной спектроскопии?
8. Приведите примеры использования СТМ при исследовании наноматериалов.

9. Изобразите силовую кривую, характеризующую взаимодействие между зондом и поверхностью. Какие участки кривой каким основным режимам АСМ соответствуют?
10. Каким образом реализуется режим постоянной высоты в контактной АСМ?
11. Каким образом реализуется режим постоянной силы в контактной АСМ?
12. Какие деформации кантилевера регистрируются в режиме микроскопии сил трения?
13. Какие свойства поверхности могут быть измерены с помощью микроскопии модуляции силы и атомно-силовой акустической микроскопии?
14. Изобразите зависимость амплитуды и фазы вынужденных колебаний кантилевера от расстояния между зондом и поверхностью. Каким образом можно определить расстояния, на которых реализуется режим притяжения и режим отталкивания между зондом и поверхностью?
15. Каким образом реализуется режим отображения фазы в бесконтактной или полуконтактной АСМ? Какие дополнительные свойства материалов могут быть исследованы в этом режиме?
16. Какие основные типы артефактов могут наблюдаться на изображениях СЗМ?
17. В чем сущность двухпроходных методик СЗМ?
18. Какие измеряемые физические величины могут быть использованы в МСМ для получения магнитного контраста на изображениях?
19. Какие типы электромеханического взаимодействия возможны между кантилевером и образцом в контактном режиме?
20. Приведите несколько вариантов реализации двухпроходных методик СЗМ для измерения электрических свойств материалов.
21. В чем заключается эффект гигантского усиления сигнала комбинационного рассеяния вблизи острия проводящего зонда?
22. Какие основные типы воздействий зонда на поверхность образца используются в режимах сканирующей зондовой литографии?
23. Какие существуют варианты визуализации изображений СЗМ?
24. Какие методы математической обработки могут быть использованы для коррекции изображений СЗМ?
25. Какие существуют методы статистического анализа изображений СЗМ? Какие объекты являются предметом анализа?
26. Что такое оже-эффект?
27. Назовите виды оже-спектроскопии, различающиеся по способу ионизации основного уровня.
28. Назовите характерные значения энергии первичных электронов, используемых в оже-электронной спектроскопии.
29. В чем преимущество дифференциального представления оже-спектров?
30. Чем определяется кинетическая энергия оже-электрона?
31. Почему для CVV оже-переходов ширина спектральных линий обычно больше, чем для ССС переходов?
32. Как видоизменяется форма спектральной линии оже-электронов в случае, когда энергия взаимодействия дырок в конечном состоянии велика по сравнению с шириной валентной зоны?
33. От чего зависит интенсивность оже-электронных линий?
34. Можно ли наблюдать оже-электронные спектры лития в газовой фазе и почему?
35. Каково пространственное разрешение метода ОЭС?
36. Что такое процесс Костера–Кронига?
37. Чем определяется разрешение в просвечивающем электронном микроскопе?
38. Какие виды электронов анализируются в сканирующем электронном микроскопе?
39. Какие известны зондовые методы анализа наносистем?
40. Что такое оптическая ближнепольная микроскопия и где она может быть использована

41. Какие известны методы оптической спектроскопии наносистем и на чем основано их использование
42. Какие ограничения накладывает дифракционный предел на пространственное разрешение классической оптической микроскопии?
43. Какое конструкционное решение реализовано в конфокальной оптической микроскопии для повышения пространственного разрешения?
44. Какие дополнительные возможности дает сканирующая лазерная конфокальная микроскопия комбинационного рассеяния?
45. В чем заключается основная идея реализации сканирующей ближнепольной оптической микроскопии, обеспечивающая многократное увеличение разрешающей способности методики?
46. Оцените время заполнения 1 МЛ поверхности при $p=10^{-9}$ Торр и $T=300$ К.
47. Дайте физическую интерпретацию химического сдвига в рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).
48. Объясните различие измерения энергии связи в металлах и полупроводниках в РФЭС.
49. Обоснуйте плазмонный механизм формирования длины свободного пробега фотоэлектронов.
50. При каком режиме возбуждения остовных электронов (адиабатическом или внезапном) будет наблюдаться рождение электрон-дырочных пар?
51. Назовите необходимое условие существования спин-орбитального расщепления в РФЭС.
52. Объясните эффекты начального и конечного состояния в РФЭС.
53. Какие спутники могут наблюдаться в РФЭС спектрах?
54. Чем различается спин-орбитальное и мультиплетное расщепление?
55. Объясните причину асимметричной формы РФЭС спектров. В чем заключается явление ортогональной катастрофы Андерсона?
56. Зачем нужно охлаждать анод рентгеновской пушки?
57. Каков принцип работы полусферического анализатора?
58. Интерпретация зависимости длины свободного пробега электрона в твердом теле от его кинетической энергии.
59. Как реализуются измерения плотности электронных состояний и локальной работы выхода в СТМ? Можно ли строго определить локальную работу выхода и плотность состояний в данной точке? Или же СТМ позволяет только рассмотреть контраст этих величин по поверхности образца
60. Что такое уровень Ферми в металле? Нарисуйте зонную диаграмму туннельного контакта металл-металл при наличии напряжения смещения. Какие электроны на этой диаграмме вносят преимущественный вклад в ток?
61. Опишите основные методы изготовления СТМ-зондов и их параметры.
62. Требуется ли для проведения СТМ-исследований определенная степень вакуума? Если да, то какая? Если нет, то почему?
63. Методы и область применения рентгеновского флуоресцентного анализа (RFA)
64. Методы и область применения абсорбционной рентгеновской спектроскопии (XAFS, EXAFS, XANES)
65. Рентгенооптические методы исследования наноструктур: рефлектометрия, рефрактометрия, рентгеновская дифрактометрия, малоугловое рассеяние (SAXS, GISAXS).

Учебно-методическое обеспечение СР и СРП

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов приводится в методических рекомендациях по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Технология обработки концентрированными потоками энергии».

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. Особенности электропроводности наноструктурированных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Аракелян [и др.]; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). – Электронные текстовые данные (1 файл: 1,5 Мб). – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). – 108 с. ISBN 978-5-9984-0585-3	2015		http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4346/1/01453.pdf
2. Введение в фемтонанопластику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов: учебное пособие/ С.М. Аракелян [и др.]; под общ. ред. С.М. Аракеяна. – Москва: Логос. – 743 с.: ил., табл. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (211 Мб). – С.М. Аракеян, А.О. Кучерик, В.Г. Прокошев, В.Г. Рау, А.Г. Сергеев - преподаватели ВлГУ. – ISBN 978-5-98704-812-2.	2015		
3. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс] / Неволин В.К. - Издание 2-е, исправленное. - М. : Техносфера	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363820.html
4. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Часть 1 / Филимонова Н.И., Кольцов Б.Б. - Новосиб.: НГТУ. - 134 с.: ISBN 978-5-7782-2158-1	2013		http://znanium.com/bookread2.php?book=546601
5. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.Ф. Вознесенский, Ф.С. Шарифуллин, И.Ш. Абдуллин. - Казань: Издательство КНИТУ	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215457.html
Дополнительная литература			
1. Лазерное наноструктурирование материалов: методы реализации и	2010		http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2105/3/0069

<p>диагностики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Аракелян [и др.]; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Электронные текстовые данные (1 файл: 11,2 Мб). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ). — 140 с.: ил., табл. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 138-139. — Свободный доступ. — Adobe Acrobat Reader 4.0. — ISBN 978-5-9984-0083-4.</p>			<p>8.pdf</p>
<p>2. Микроструктуры, наноструктуры и гидродинамические неустойчивости, индуцированные лазерным излучением на поверхности твердых тел [Электронный ресурс]: монография / С.М. Аракелян [и др.]; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Электронные текстовые данные (1 файл: 11,7 Мб). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ). — 145 с.: ил., табл. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 133-144. — Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. — Adobe Acrobat Reader. — ISBN 978-5-9984-0094-0</p>	<p>2010</p>		<p>http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3067/1/00698.pdf</p>
<p>3. Беляев И.В. Информационный каталог современного экспериментального оборудования и научных приборов на базе научно-образовательных организаций и ведущих предприятий Владимирской области / И.В. Беляев, В.А. Кечин, Г.А. Гладкий; Владимирская область, Администрация; НОЦ "Функциональные наноматериалы и ресурсосберегающие технологии" ВлГУ. — Владимир: Владимирский государственный университет Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых (ВлГУ). — 44 с</p>	<p>2011</p>		<p>http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2993/1/00588.pdf</p>
<p>4. Методы получения и исследования наноматериалов и нано-структур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Д. Мишина и др.; под ред. А.С. Сигова. - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ</p>	<p>2014</p>		<p>http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323609.html</p>

5. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс] / под ред. У. Жу, Ж.Л. Уанга ; пер. с англ. - 2-е изд. - М. : БИНОМ	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321230.html
---	------	--	---

7.2. Периодические издания:

- Приборы и техника эксперимента. – Москва: Наука.
- Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика: научно-технический и производственный журнал. – Москва: НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ.
- Контрольно-измерительные приборы и системы. – Москва: ЭЛИКС+, 2007-2013.
- Электровакуумные и твердотельные приборы. Приборы микро- и наноэлектроники: реферативный журнал (РЖ): электронное издание / Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН). – Москва: ВИНТИ РАН, 2011-2013.

7.3. Интернет-ресурсы:

Портал машиностроения: <http://www.mashportal.ru/>
 Общероссийская общественная организация «Союз машиностроителей России»: <http://www.soyuzmash.ru/>
 Нанотехнологическое Общество России: <http://www.ntsр.info/>
 Продвинутое технологии: <http://www.nanotech.ru/>
 Nanonewsnet.ru: <http://www.nanonewsnet.ru/>
 NANO-INFO RU Онлайн-журнал о технологиях: <http://nano-info.ru/>
 Фонд содействия развитию нанотехнологий «Форум Роснанотех»: <http://www.rusnanoforum.ru/>
 Нанометр Нанотехнологическое Сообщество: <http://www.nanometer.ru/>
 РОСНАНО: www.rusnano.com
 Nanobusiness.fi: <http://www.nanobusiness.fi/>
 НТ-МДТ Спектрум Инструментс: <http://www.ntmdt.ru>
 Advanced Technologies Center: <http://www.nanoscopy.net>

Учебно-методические издания

1. Жданов А.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Методы диагностики в нанотехнологиях» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Жданов А.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Методы диагностики в нанотехнологиях» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Жданов А.В. Оценочные средства по дисциплине «Методы диагностики в нанотехнологиях» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.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 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Методы диагностики в нанотехнологиях» предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС и НОЦ «Нанотехнологии» ВлГУ.

1. Лаборатория нанодиагностики и фемтосекундной лазерной техники (ауд. 118-4).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 102 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), компьютерный класс на 16 посадочных мест; 2 этаж – вспомогательные помещения, кондиционер. Соответствуют нормам СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.4.3.1186-03, ППБ 01-03, СНИП 21-01-97, СНИП 23-05, НПБ 104-03.

Оборудование:

1) Чистая комната:

2) установка фемтосекундная лазерная "упорядоченного наноструктурирования" (РФ):

- имеет 3 рабочих длины волны, ультрафиолет, зеленый, и инфракрасный луч;

- 2 участка обработки (100x100 мм; 20x20 мм с возможностью позиционирования с точностью до 2 нм);

- диаметр пучка около 60 микрон в случае поля 100x100 мм;

- диаметр пучка от 0,5 микрон (зависит от используемого объектива);

- возможность обработки и диагностики проводящих, диэлектрических, прозрачных, непрозрачных материалов.

3) зондовая лаборатория "Интегра спектра" (РФ)

Уникальная интеграция Сканирующего Зондового Микроскопа с конфокальной микроскопией/спектроскопией люминесценции и комбинационного рассеяния (КР). Благодаря эффекту гигантского усиления КР позволяет проводить КР спектроскопию и получать изображения с разрешением в плоскости до 50 нм.

Система для конфокальной оптической микроскопии представляет собой комбинированную систему, включающую конфокальный сканирующий лазерный спектрометр высокого пространственного разрешения, оптический микроскоп и универсальный сканирующий зондовый микроскоп. Система способна работать в режиме регистрации пространственного, трехмерного распределения спектров люминесценции и комбинационного рассеяния света, а также в различных режимах сканирующей зондовой микроскопии, включая наноиндентацию, наноманипуляцию и нанолитографию.

Система для сканирующей зондовой микроскопии. Одновременно с оптическим наблюдением, ИНТЕГРА Спектра позволяет исследовать объект с помощью арсенала методов сканирующей зондовой микроскопии — АСМ, МСМ, СТМ, сканирующей ближнепольной микроскопии, силовой спектроскопии. Уникальное совмещение оптических и зондовых методов в одном приборе позволяет ставить комплексные эксперименты, в которых информация о распределении оптических свойств образца и его химического состава может быть наложена на распределение его механических, электрических, магнитных и других свойств.

Система для исследования оптических свойств объекта за пределом дифракции (флуоресценция, спектроскопия комбинационного рассеяния). Отличительной чертой Нанолaborатории ИНТЕГРА Спектра является возможность исследовать оптические свойства объектов за пределом дифракционных ограничений. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия и эффекты локального усиления комбинационного рассеяния

(TERS — tip enhanced Raman scattering), дают возможность картировать распределение оптических свойств (пропускание, рассеяние, поляризация света и др.), а также осуществлять спектроскопию комбинационного рассеяния с разрешением до 50 нм в плоскости XY.

Особенности

- Острые АСМ зонда и фокус лазерного пучка могут быть спозиционированы друг относительно друга с высокой точностью (необходимо для получения максимального эффекта КР-TERS).
- При использовании оптической схемы "на просвет" высокотемпературный объектив жестко встроено в основание АСМ. Это обеспечивает долговременную стабильность системы, необходимую для работы со слабыми сигналами.
- Часть отраженного излучения используется для построения конфокального лазерного отражения.
- Низкошумящая CCD камера с охлаждением до -70°C (квантовая эффективность до 90%) служит высокочувствительным детектором.
- В качестве альтернативного детектора можно использовать лавинный фотодиод.
- Гибкий выбор поляризационных устройств.
- Все компоненты системы (АСМ, оптические и механические устройства) интегрированы с помощью единого программного обеспечения. большинство ключевых узлов и устройств системы (лазеры, решетки, диафрагмы, поляризаторы и т.д.) можно выбирать и / или настраивать прямо из программы.
- Три разных схемы для работы с TERS.

Применяется для исследования биологических объектов, контроля качества поверхностей оптических деталей, излучающих полупроводниковых структур, характеристик нанооптических и интегрально-оптических элементов, исследования характеристик нанoeлектронных элементов, в частности, спектров квантовых точек.

- Исследование соединительной ткани, ДНК, вирусов.
- Определение характеристик оконечных оптических устройств.
- Спектроскопические измерения.
- Контроль химических реакций.

4) дифрактометр малоуглового рассеяния SAXSess

Предназначен для анализа тонких пленок или жидкостей, может строить кристаллические решетки вещества, определять размер частиц от 10 до 100 нанометров в растворе. SAXSess позволяет исследовать нанометровые структуры от 0.2 нм до 150 нм. SAXSess может работать в режиме линейной коллимации для быстрого сбора данных изотропных образцов и в режиме точечной коллимации для изучения анизотропных (ориентированных) образцов. Две системы могут работать одновременно в режимах линейной и точечной коллимации, используя один рентгеновский источник и одну систему детектирования. Широкий набор держателей образцов позволяют исследовать практически любые типы образцов от очень низких до высоких температур. Система TrueSWAXS™ делает возможным получение информации о наноструктуре и фазовом состоянии образца за одно измерение. Системы детектирования SAXSess не нуждаются в сервисном обслуживании и обеспечивают превосходное разрешение. Быстрый сбор и совершенная обработка экспериментальных данных. Система SAXSess включает в себя специальный пакет программного обеспечения для быстрого сбора и всесторонней обработки данных. Источник рентгеновского излучения используемый в SAXSess имеет следующие особенности: долговременная стабильность работы и минимальную стоимость эксплуатации. Современная многослойная фокусирующая оптика обеспечивает высокоинтенсивный монохроматический рентгеновский пучок. Улучшенная система блока коллимации даёт сформированный первичный рентгеновский пучок и эффективно убирает паразитное рассеяние. Она определяет разрешение системы и гарантирует низкий фон. температура очень точно контролируется в диапазоне от -150 до 300°C . Существует большой выбор держателей под самые разные типы образцов. Полупрозрачный отсекающий первичного пучка позволяет

точно определить нулевой угол рассеяния и измерить интенсивность первичного пучка для определения коэффициента пропускания образца можно получать данные о мало- и широкоугловом рассеянии за одно измерение на одном и том же образце. Система SAXSess предлагает две высококлассные системы детектирования, которые можно использовать альтернативно на одном приборе SAXSess без необходимости изменения его настроек или конфигурации: • Система детектирования чувствительными пластинами обладает широким линейным динамическим диапазоном и покрывает углы рассеяния 2 до 40°. • Система детектирования CCD даёт возможность проводить автоматизированные измерения SAXS и измерения онлайн процессов во времени. Мощное и простое в работе программное обеспечение. Вместе с прибором SAXSess поставляется мощный пакет программ для сбора и оценки данных малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS). Оценка данных включает базовую обработку данных (получение средних значений, вычитание фона и т.д.), моделирование, устранение размытий и аппроксимацию.

5) Двухлучевой сканирующий УФ/Вид спектрофотометр LAMBDA 25

Двухлучевые сканирующие УФ/Вид спектрофотометры для рутинных и автоматических измерений. Эти приборы предназначены для различных промышленных, учебных, биологических и биохимических лабораторий и лабораторий по контролю окружающей среды. Они отличаются высокой стабильностью, гибкостью в выборе методов анализа, удобством представления и обработки полученных данных.

Ключевые особенности спектрофотометров серии Lambda: широкий выбор методов измерения – сканирование по длине волны, сканирование по времени (кинетиические исследования) и количественный анализ (фотометрия); двухлучевая оптическая схема – высокие технические характеристики, точность и воспроизводимость получаемых данных; высокая фотометрическая точность и низкий уровень шума – правильные и надежные результаты измерений при низких концентрациях аналита; низкий уровень рассеянного света – измерения при высоких оптических плотностях; встроенная система проверки прибора (IPV) – тестирование спектрофотометра на соответствие техническим характеристикам и требованиям GLP.

Lambda 25 – спектрофотометр с фиксированной спектральной шириной щели 1 нм, соответствующий требованиям Американской, Европейской и другим национальным фармакопеям. Управление приборами, получение и обработка данных осуществляется с персонального компьютера с помощью ПО UV WinLab.

Приборы могут комплектоваться кюветами различной длины и объема, системами автоматической смены кювет и термостатирования кювет (водяное и Пельтье); автодозатором, держателями для твердых образцов и гелей, интегрирующей сферой и волоконно-оптической системой для дистанционного анализа, приставками для анализа зеркального отражения и другими приставками и аксессуарами. Кроме того, на базе спектрофотометров могут быть сконфигурированы специальные системы для анализа растворимости лекарственных препаратов и проточно-инжекционная система для непрерывного поточного анализа.

б) Многофункциональный планшетный анализатор VICTOR X3 (PerkinElmer)

Многофункциональные анализаторы предназначены для различных видов детекции оптических сигналов в планшетном формате, за исключением радиометрических методов: фотометрия; УФ-фотометрия; флюоресценция; флюоресценция с разрешением по времени; поляризационная флюоресценция; люминесценция; AlphaScreen; Label-Free. Анализаторы PerkinElmer обладают превосходной чувствительностью, гибкостью по предлагаемым конфигурациям под различные пользовательские задачи и многофункциональностью, непревзойденными техническими характеристиками. Анализаторы PerkinElmer широко известны во всем мире и завоевали неоспоримую репутацию. Анализаторы могут использоваться как для рутинных лабораторных исследований в научных и медицинских лабораториях, так и для высокопроизводительных приложений в фармацевтических и биотехнологических лабораториях. Области применения: молекулярная и клеточная биология; генетический анализ и генотипирование; иммуноферментный анализ и ферментативные реакции; анализ активности рецепторов и молекулярных взаимодействий;

квантификация; токсикологические и бактериологические исследования и т.д. Анализаторы могут работать как самостоятельно, так и в составе многофункциональных роботизированных комплексов.

Технологии детекции. *Флюоресценция*: Измерение соотношения флюоресценции на двух длинах волн, Измерение флюоресценции снизу и сверху планшеты; *Поляризационная флюоресценция*; *Флюоресценция, отсроченная по времени (TRF)*: Двухоконная TRF, Измерение эмиссии на двух длинах волн; *Люминесценция*: Постоянная люминесценция (Glow), Импульсная люминесценция (Flash), Двойная (комбинированная) люминесценция; *Фотометрия в видимой области*; *УФ-фотометрия*.

Формат планшет: 1 - 1536-луночные планшеты *Встроенный шейкер*: три режима: линейный орбитальный, двойной орбитальный *Встроенный температурный контроль*: от +2°C выше тем-ры окр. среды до 50°C *Опции*: диспенсеры 1-4 канала; стекеры на 20 или 50 планшет; считыватель штрих-кодов; различные фильтры; ФЭУ красной области спектра для усовершенствования работы по технологиям LANCE и TR-FRET.

2. Лаборатория рентгеновской диагностики материалов (ауд. 108-4).

Оборудование:

1) Рентгеновский дифрактометр Bruker D8 ADVANCE

D8 ADVANCE –лабораторный дифрактометр позволяет решать практически весь комплекс существующих задач в области порошковой дифрактометрии. В приборе реализована концепция построения модульных систем DAVINCI.DESIGN, которая существенно упрощает процесс конфигурирования дифрактометра. Переход от геометрии Брегг-Брентано к параллельно-лучевой оптике происходит максимально быстро благодаря рентгенооптической TWIN-системе, в которой совмещены традиционные щели и зеркало Гёбеля, переключение между которыми происходит автоматически. Рентгеновская TWIST-трубка позволяет осуществлять переключение между точечным и линейным фокусом. Дифрактометр D8 ADVANCE дает возможность проводить исследования материалов в различных условиях: охлаждать до температуры 10 К, нагревать до 2000°C, создавать условия с повышенной влажностью. При анализе в комнатных условиях специальные загрузчики образцов позволяют автоматизировать процесс измерения.

Важной составляющей частью современного дифрактометра является детектор. В дифрактометре D8 ADVANCE можно использовать энергодисперсионный детектор нового поколения SOL-XE и уже зарекомендовавшие себя в различных дифрактометрах от Bruker AXS динамические сцинтилляционные детекторы и линейные детекторы LynxEye и VANTEC-1. Прибор позволяет проводить: качественный и количественный анализ кристаллических фаз, структурный анализ, определение размеров кристаллитов, анализ структурных изменений кристаллических фаз при изменении температуры, влажности и давления с использованием соответствующих камер, быстрый анализ с применением позиционно-чувствительного детектора, автоматический режим сбора данных и дальнейшая обработка результатов программным пакетом DIFFRAC[®]

2) Рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL ADVANT X Thermo Scientific (USA)

Технические характеристики:

- высокоэффективная рентгеновская трубка 4-го поколения с Rh анодом и тонким торцевым Be окном (0,075 мм);
- максимальная мощность 5 кВт;
- пропорциональный проточный детектор (3000 имп/сек);
- системы вращения проб и программируемых коллиматорных масок;
- диапазон анализируемых концентраций от 0,0001 до 100 %;
- двухкоординатный пробоподатчик на 98 кодированных позиций для проб в кассетах.

Направления использования:

- элементный анализ от Be до U (от ppb до 100%) образцов в виде металлов, прессованного и свободного порошка, стёкол и жидких проб;

- анализ масел, полимеров, цемента, горных пород, стёкол, металлов, руд, огнеупоров, геологических материалов.

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 лабораторные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

	опрос по терминам	(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 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 Журавлев А.В. м.п. к.т.н., доцент
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) Директор ООО «ПКС Центр» к.т.н.

Смирнов А.А.

(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 21 / 20 22 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой _____

г.т.н., профессор В.В. Мерзюков

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 _____