

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

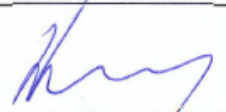
ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

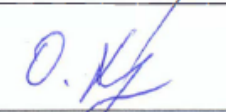
ЗОНДОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки/ специальность	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Специализация	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

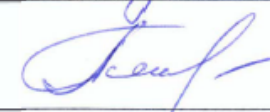
Заведующий кафедрой -
руководитель ОМ на правах
кафедры ИШНПТ

	В.А. Клименов
--	---------------

Руководитель ООП

	О.Л. Хасанов
---	--------------

Преподаватель

	А.А. Панина
---	-------------

2020 г.

1. Роль дисциплины «Зондовые методы диагностики структуры и свойств наноматериалов» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
дисциплина Зондовые методы диагностики структуры и свойств наноматериалов	3	ПК(У)-3	Способен исследовать состав и структуру веществ, с учетом специфики наноразмерных материалов, используя современное оборудование и программное обеспечение приборов	И.ПК(У)-3.3	Применяет методики сканирующей зондовой микроскопии для исследования структуры и свойств наноструктурированных материалов	И.ПК(У)-3.3В1	Владеет опытом определения морфологии и структуры поверхности материалов
						И.ПК(У)-3.3У1	Умеет обрабатывать данные, полученные с помощью сканирующих зондовых микроскопов различного типа
						И.ПК(У)-3.331	Знает специфику разных методик оценки топографии наноструктурированных материалов
		ОПК(У)-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	И.ОПК(У)-5.7	Представляет аналитические обзоры в области диагностики структуры и свойств наноматериалов, удовлетворяющие требованиям новизны, объективности, доказательности	И.ОПК(У)-5.7В1	Опытном составлении аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов
						И.ОПК(У)-5.7У1	Умеет анализировать и обобщать научно-техническую информацию по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов
						И.ОПК(У)-5.731	Знает современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Оценивает морфологию и структуру поверхности материалов	И.ПК(У)-3.3	Основы сканирующей зондовой микроскопии	Защита отчета по практической работе Защита отчета по лабораторной работе
			Сканирующая туннельная микроскопия	Тестирование Защита отчета по лабораторной работе
			Атомно-силовая микроскопия	Защита отчета по практической работе Защита отчета по лабораторной работе
			Иные виды СЗМ	Защита отчета по лабораторной работе
РД 2	Обрабатывает данные, полученные с помощью сканирующих зондовых микроскопов различного типа	И.ПК(У)-3.3	Основы сканирующей зондовой микроскопии	Защита отчета по практической работе Контрольная работа
			Сканирующая туннельная микроскопия	Защита отчета по практической работе Защита отчета по лабораторной работе
			Атомно-силовая микроскопия	Защита отчета по практической работе Защита отчета по лабораторной работе
			Иные виды СЗМ	Защита отчета по лабораторной работе
РД 3	Применяет знания специфики разных методик оценки топографии наноструктурированных материалов	И.ПК(У)-3.3	Основы сканирующей зондовой микроскопии	Тестирование Защита ИДЗ Защита отчета по практической работе
			Сканирующая туннельная микроскопия	Тестирование Защита отчета по практической работе Защита отчета по лабораторной работе Контрольная работа
			Атомно-силовая микроскопия	Тестирование Защита отчета по практической работе Защита отчета по лабораторной работе
			Иные виды СЗМ	Тестирование
РД 4	Составляет аналитические обзоры, включающие описание научных достижений и критику по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов	И.ОПК(У)-5.7	Сканирующая туннельная микроскопия	Защита ИДЗ
			Атомно-силовая микроскопия	Защита ИДЗ
			Иные виды СЗМ	Защита ИДЗ
РД 5	Анализирует и обобщает	И.ОПК(У)-5.7	Основы сканирующей зондовой	Защита ИДЗ

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
	научно-техническую информацию по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов		микроскопии	
			Сканирующая туннельная микроскопия	Защита ИДЗ
			Атомно-силовая микроскопия	Защита ИДЗ
			Иные виды СЗМ	Защита ИДЗ
РД 6	Знает современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов	И.ОПК(У)-5.7	Сканирующая туннельная микроскопия	Защита ИДЗ
			Атомно-силовая микроскопия	Защита ИДЗ
			Иные виды СЗМ	Защита ИДЗ

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов

55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Тестирование	Раздел 1. Основы сканирующей зондовой микроскопии 1. Назовите причины появления наклона образца: а) термодрейф б) вибрация в) неточная установка образца г) нелинейность пьезосканера д) неточное перемещение координатного столика 2. При построении изображения в режиме постоянной высоты его цвет соответствует: а) цвету поверхности в локальной точке

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		б) интенсивности силы взаимодействия между зондом и образцом в локальной точке в) высоте рельефа поверхности г) плотности электронных состояний 3. При калибровке зондов какую решетку используют для восстановления боковой поверхности? а) в виде массива острых пиков б) прямоугольная 4. В каком году Бинниг и Гербер разработали сканирующий атомно-силовой зондовый микроскоп? а) 1979 б) 1982 в) 1984 г) 1986 5. Какой вид артефакта обусловлен неидеальностью сканера? а) Наличие поверхности второго порядка б) Горизонтальные ступеньки на изображении в) Плавные затянутые спуски на месте резких провалов г) Наличие постоянного наклона Раздел 2. Сканирующая туннельная микроскопия 1. Какова зависимость тока от расстояния между зондом и образцом: а) линейная б) параболическая в) экспоненциальная г) корреляционная д) характерная зависимость отсутствует 2. Из каких материалов изготавливают зонды? а) Ta, Au, Fe, Pt, Ir, Al, W б) Ti, Au, Pt, Ta, W, Ag, Ta, Ir в) Au, Pt, Ta, Ag, Cu, Al, Ir г) Ag, Au, Si, Ta, Pt, Ir, Al 3. Почему при съемке образца с сильно развитой поверхностью нельзя использовать зонд, изготовленным методом среза? а) из-за большого радиуса кривизны острия зонда б) при срезе формируется несколько острий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		в) из-за недостаточной жесткости зонда г) из-за большого угла расхождения кончика 4. Возможно ли использование сканирующего туннельного микроскопа для исследования поверхности тонких непроводящих материалов? а) нет, не возможно, т.к. в основе метода СТМ лежит эффект протекания туннельного тока б) возможно, с использованием низкотокового предусилителя в) возможно, с использованием низкотокового предусилителя и специальной измерительной головки г) возможно без использования дополнительных устройств 5. В режиме отображения плотности состояний электроны переходят из заполненных в незаполненные состояния в зоне проводимости, ... а) если к зонду приложить напряжение, положительное относительно образца б) если к зонду приложить напряжение, отрицательное относительно образца в) если к зонду приложить напряжение, а затем отключить обратную связь Раздел 3. Атомно-силовая микроскопия 1. Для какого типа зондов силы Ван-дер-Ваальса рассчитывают по формуле $F = \frac{\pi^2 n_1 n_2 A_3 t g^2 \varphi}{6h}$ а) сферический б) конический в) пирамидальный г) конический с закругленным концом 2. Взаимодействие образца и зонда с большим радиусом кривизны и малым коэффициентом жесткости будет описываться: а) моделью Герца б) моделью DMT в) моделью JKR г) моделью Магиуса 3. Как называется задача, описывающая контакт кантилевера АСМ и образца с точки зрения теории упругости? а) проблема Биннинга б) Задача Герца в) Задача Гамакера г) Эта задача не имеет именного названия 4. Какой метод АСМ регистрирует силы трения кантилевера? а) Метод отображения сопротивления растеканию

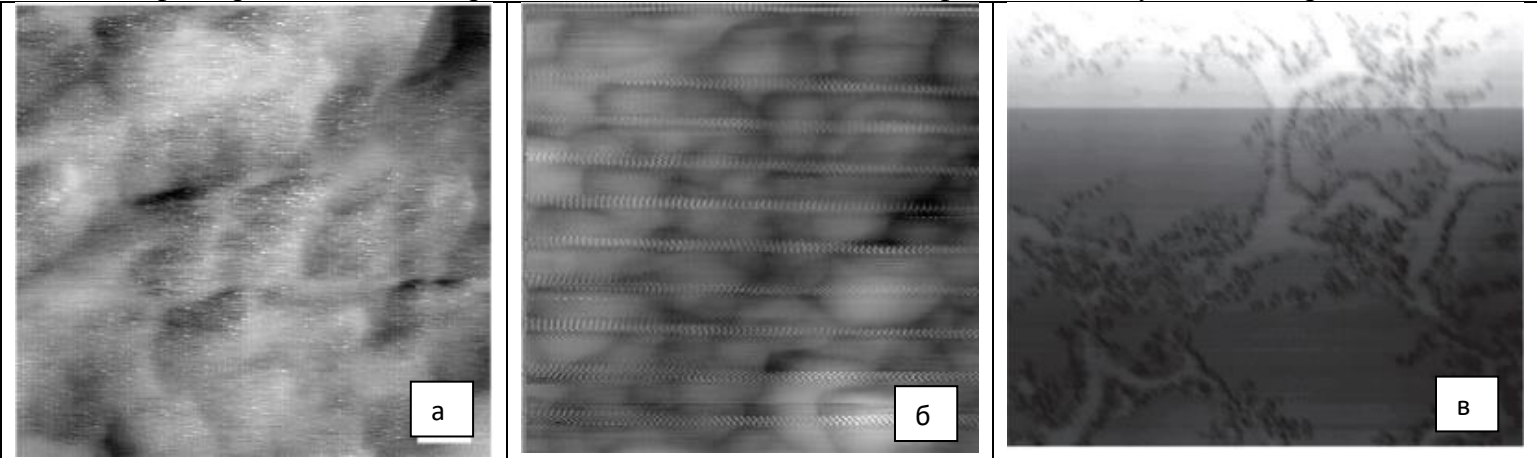
	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий														
		б) Метод латеральных сил в) Метод фазового контраста г) Метод модуляции силы д) Метод рассогласования 5. Сопоставьте методы исследования и их назначения: <table><tr><th>Метод исследования</th><th>Назначение метода</th></tr><tr><td>1. Контактный метод рассогласования</td><td>а) Изучение фрикционных характеристик</td></tr><tr><td>2. Метод латеральных сил</td><td>б) Определение электромеханических свойств</td></tr><tr><td>3. Метод отображения сопротивления растекания</td><td>с) Получение изображений малоразмерных деталей рельефа поверхности</td></tr><tr><td>4. Метод модуляции силы</td><td>д) Определение локальной жесткости</td></tr><tr><td>5. Контактная резонансная спектроскопия</td><td>е) Анализ распределения локальной проводимости</td></tr><tr><td>6. Микроскопия пьезоотклика</td><td>ф) Выявление распределения локальной упругости по поверхности</td></tr></table> Раздел 4. Иные виды СЗМ 1. Какой из данных методов не является двухпроходным методом? а) Магнитно-силовая микроскопия б) Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия с) Электросиловая микроскопия д) Метод Кельвина 2. Какие ограничения накладывает дифракционный предел на пространственное разрешение классической оптической микроскопии? а) Невозможность различать объекты, размер которых меньше значения $\lambda/2n$ б) изображение точечного предмета оказывается размытым с) необходимость использования субволновых диафрагм	Метод исследования	Назначение метода	1. Контактный метод рассогласования	а) Изучение фрикционных характеристик	2. Метод латеральных сил	б) Определение электромеханических свойств	3. Метод отображения сопротивления растекания	с) Получение изображений малоразмерных деталей рельефа поверхности	4. Метод модуляции силы	д) Определение локальной жесткости	5. Контактная резонансная спектроскопия	е) Анализ распределения локальной проводимости	6. Микроскопия пьезоотклика	ф) Выявление распределения локальной упругости по поверхности
Метод исследования	Назначение метода															
1. Контактный метод рассогласования	а) Изучение фрикционных характеристик															
2. Метод латеральных сил	б) Определение электромеханических свойств															
3. Метод отображения сопротивления растекания	с) Получение изображений малоразмерных деталей рельефа поверхности															
4. Метод модуляции силы	д) Определение локальной жесткости															
5. Контактная резонансная спектроскопия	е) Анализ распределения локальной проводимости															
6. Микроскопия пьезоотклика	ф) Выявление распределения локальной упругости по поверхности															

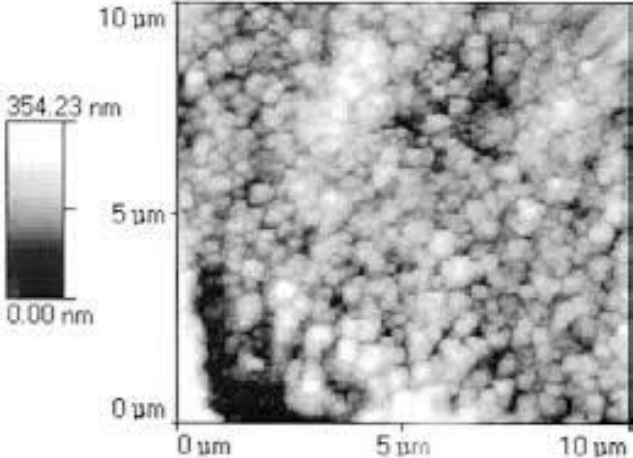
	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		d) необходимость использования кварцевого камертонного резонатора 3. Какой должна быть диафрагма конфокального микроскопа, чтобы получить максимальную разрешающую способность микроскопа? a) Меньше пятна Эйри b) Равной пятну Эйри c) Больше пятная Эйри 4. В каком режиме сканирующей зондовой литографии контролируется сила воздействия зонда на поверхность? a) Растровая гравировка b) Векторная гравировка c) Наночеканка d) Анодно-окислительная литография 5. Какое явление лежит в основе анодно-окислительной литографии? a) Химической взаимодействие b) Электрическое взаимодействие c) Электро-химическое взаимодействие d) Электростатическое взаимодействие e) Электро-динамическое воздействие 6. Назовите метод нанолитографии, при котором не происходит сдвиговых искажающих воздействий. a) Растровая гравировка b) Векторная гравировка c) Наночеканка d) Анодно-окислительная литография
2.	Защита ИДЗ	<i>Применение зондовой микроскопии</i> 1. Как осуществляется защита зондовых микроскопов от внешних воздействий? 2. Какие свойства материалов можно оценить с использованием зондовой микроскопии? 3. Перечислите все известные Вам методики оценки морфологии поверхности. Каковы границы применения каждой из них? <i>Разработка СЗМ в России и зарубежом</i> 1. Как организована система обратной связи в СЗМ? 2. В чем заключается конкурентное преимущество зондовых микроскопов, разрабатываемых в России?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		3. Функционирование каких узлов СЗМ основано на пьезоэлектрическом эффекте? Объясните принцип его действия. Изготовление кантилеверов 1. Какие ограничения на исследование свойств материалов накладывает атомно-силовая микроскопия? 2. На что влияет жесткость кантилевера? 3. Назовите область применения композитных зондов. В чем их преимущество перед металлическими зондами? Магнитно-силовая микроскопия 1. Какие магнитно-силовые микроскопы Вы знаете? В чем преимущество каждого из них? 2. Назовите требования к зондам, используемым в магнитно-силовых микроскопах. 3. Для чего во время МСМ-сканирования меняют высоту положения зонда над поверхностью образца? Какие при этом действуют силы взаимодействия? Электро-силовая микроскопия 1. Назовите факторы, влияющие на качество ЭСМ – изображений. 2. Какой способ ЭСМ позволяет определять локальные диэлектрические характеристики исследуемого материала? 3. Опишите принцип действия метода зонда Кельвина. В чем его преимущество? Ближнепольная оптическая микроскопия 1. Какие виды зондов СБОМ Вы знаете, и в чем их принципиальное различие? 2. Какова разрешающая способность ближнепольных оптических микроскопов? 3. Регистрация каких параметров происходит при съемке изображений с использованием сканирующего ближнепольного оптического микроскопа? Конфокальная микроскопия 1. Объясните принцип действия конфокального микроскопа. Почему его часто относят к классу сканирующих зондовых микроскопов? 2. За счет чего происходит увеличение контрастности изображения в конфокальном микроскопе? 3. Какова разрешающая способность конфокального микроскопа? Какие способы ее повышения Вы знаете?
3.	Защита отчета по	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии 1. Назовите основные составляющие сканирующего зондового микроскопа.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
	практической работе	2. Назовите возможные артефакты, вносимые пьезокерамикой в СЗМ-изображение. Почему они появляются? Каковы методы борьбы с ними? 3. Какой артефакт появится на изображении поверхности, если будет выбрана большая скорость сканирования при малом коэффициенте обратной связи? <i>Влияние характеристик зондов на результаты сканирования</i> 1. Объясните принцип методики восстановления поверхности по ее СЗМ-изображению. 2. Каким образом осуществляется прецизионное перемещение зонда и образца? 3. Чем обеспечивается высокая чувствительность СТМ? <i>Калибровка сканеров</i> 1. Назовите факторы, влияющие на качество СЗМ-изображений. 2. Какие виды сканеров Вы знаете? Перечислите требования, предъявляемые к сканерам. 3. Что представляют собой тестовые структуры для СЗМ? <i>Использование методов СТМ для получения топографического изображения поверхностей</i> 1. Объясните принцип сканирования и работы системы обратной связи. 2. Какие методы обработки СЗМ-изображений Вы знаете? 3. В каких случаях нужно использовать режим постоянной высоты, а в каких – режим постоянного тока? Объясните свой ответ. <i>Применение фильтров для обработки СТМ-изображений</i> 1. Что такое прямой и обратный пьезоэффект, и какое влияние он оказывает на СТМ-изображения? 2. Назовите недостатки использования режима постоянного тока. 3. Какой из режимов СТМ используется при получении изображений с максимальным увеличением? <i>Количественный анализ изображений, полученных методом СТМ</i> 1. Какие режимы сканирующей туннельной микроскопии Вы знаете? Какие характеристики они позволяют получить? 2. Что такое Z-модуляция, и для чего она используется? 3. Какие действия нужно совершить, чтобы оценить распределение по размеру зерна, используя СТМ-изображения? <i>Использование бесконтактных методов АСМ для получения топографического изображения поверхностей</i>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		1. Объясните принцип работы бесконтактного режима получения АСМ изображений. 2. Можно ли оценить распределение магнитных полей с помощью АСМ? Перечислите последовательность действий такой оценки. 3. Какие режимы съемки Вы выберете при исследовании поверхности алюмоматричного композита BC-Al/Mg-W? Использование полуконтактных режимов АСМ для анализа распределения фаз по поверхности образцов 1. Чем ограничивается область применения полуконтактных режимов получения изображений? 2. Какие силы взаимодействия между кантилевером и образцом Вы знаете? Какое взаимодействие лежит в основе полуконтактных методов? Объясните почему Вы так думаете. 3. Назовите основное преимущество режима прерывистого контакта (tapping mode) перед контактным режимом работы АСМ. АСМ для анализа морфологии поверхности биологических объектов 1. Назовите составляющие побочной информации, искажающей данные о морфологии и свойствах наноструктур, получаемые методом атомно-силовой микроскопии. 2. Назовите основные режимы сканирования атомно-силового микроскопа, принцип их действия и назначение. 3. Подберите параметры кантилевера и режима съемки для анализа морфологии поверхности клеточной мембраны.
4.	Защита отчета по лабораторной работе	Изготовление зондов и получение первого изображения на установке Nanoeducator 1. Объясните физический принцип действия СТМ. 2. Какие параметры сканирования Вы знаете, от чего зависит их выбор, и каково их влияние на качество изображения? 3. Перечислите основные способы изготовления зондов, их преимущества и недостатки. Получение вольт-амперных характеристик для керамических образцов 1. В чем состоит методика сканирующей туннельной спектроскопии токовых изображений? 2. Какие факторы влияют на получение вольт-амперных характеристик с помощью СТМ, и как избежать их негативного влияния? 3. Перечислите последовательность действий при измерении распределения емкости потенциала. АСМ исследование влияния деформации на морфологию поверхности полимерных образцов 1. Что такое фазовый контраст, и в каких случаях целесообразно его применять? 2. Как изменение свойств кантилевера повлияет на топографическую оценку поверхности? Какие характеристики

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		кантилеверов нужно учитывать при его выборе? 3. Какие механические свойства можно оценивать зондовыми методами? Дайте название таких режимов и опишите их принцип действия. <i>Применение нанолитографии для модификации поверхности</i> 1. Расскажите об основных видах зондовой литографии. 2. Какое требование предъявляется к зондам, используемым для зондовой нанолитографии? 3. В чем преимущество наночеканки перед наногравировкой?
5.	Контрольная работа	1. Какие фильтры необходимо применить, чтобы избавиться от дефектов на следующих изображениях:  2. Какую информацию о поверхности можно получить по предложенному АСМ-изображению?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		 3. Перечислите последовательность операций, которые выполняются при Фурье-фильтрации изображения 4. Какие параметры сканирования существенно влияют на время съемки кадра? 5. Сделайте обоснованный выбор параметров кантилевера, необходимых для исследования морфологии поверхности нанокристаллических образцов из диоксида циркония. 6. Какие задачи позволяет решать СБОМ? 7. Каким образом реализуется механизм изменения положение сканера? 8. Какие виды искажений вносятся сканерами в СЗМ-изображение? Как уменьшить их влияние? 9. Для оценки каких свойств необходимо использовать туннельную микроскопию? 10. Какую методику Вы бы использовали для оценки топографии поверхности биологических объектов?
6.	Экзамен	1. Основные конструктивные узлы сканирующих зондовых микроскопов. 2. Механизмы перемещения зонда и образца. Шаговые электродвигатели. Пьезодвигатели. Пьезосканер 3. Методы изготовления зондов для сканирующего туннельного микроскопа. Калибровка зондов. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии. 4. Методы защиты сканирующих зондовых микроскопов от внешних воздействий. Защита от вибраций. Защита от акустических шумов. Компенсация тепловых расширений конструкции сканирующего зондового микроскопа. 5. Основные типы сканирующих элементов, механизмов подвода и перемещения зонда относительно поверхности образца. Нелинейность, крип и гистерезис пьезокерамики. Сканеры с открытой и закрытой петлей обратной связи.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		6. Система обратной связи. Формирование изображения в сканирующем зондовом микроскопе. Возможные искажения в изображениях, полученных методами сканирующей зондовой микроскопии. Вычитание постоянной составляющей. Вычитание постоянного наклона. Устранение искажений, связанных с неидеальностью сканера. 7. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Туннельный эффект. Зависимость туннельного тока от расстояния между зондом и образцом. 8. Режимы работы СТМ. Режим постоянного тока. Режим постоянной высоты. Локальная работа выхода в СТМ. Измерение распределения плотности электронных состояний. 9. Вольт-амперная характеристика туннельного контакта зонд-поверхность. Вольт- амперные характеристики туннельных контактов металл - металл, метал - полупроводник, металл - сверхпроводник. 10. Силовое взаимодействия зонда АСМ с поверхностью: потенциал взаимодействия зонда с образцом, упругие взаимодействия зонда с образцом, сила Ван-дер- Ваальса. 11. Капиллярное и адгезионное взаимодействия зонда АСМ с поверхностью образца. 12. Устройство атомно-силового микроскопа. Контактные и бесконтактные методики. Преимущества и недостатки бесконтактной и полуконтактной методик по сравнению с контактной атомно-силовой микроскопией. 13. Кантилеверы - зондовые датчики для атомно-силовой микроскопии: основные типы, технология изготовления, геометрические и механические свойства. Зондовые датчики для контактных методик атомно-силовой микроскопии. Зондовые датчики для колебательных методик атомно-силовой микроскопии. 14. Контактные методы АСМ. Метод постоянной высоты. Метод постоянной силы. Метод рассогласования. Кривые подвода-отвода. 15. Контактные методы АСМ. Метод латеральных сил. Природа сил трения. Деформация кантилевера под действием латеральных сил. Отображение сопротивления растекания. 16. Контактные методы АСМ. Метод модуляции силы. Атомно-силовая акустическая микроскопия. Контактная резонансная спектроскопия. Микроскопия пьезоотклика. 17. Бесконтактный режим колебания кантилевера. «Полуконтактные» методики атомно-силовой микроскопии: «полуконтактный» методы, метод рассогласования. Метод отображения фазы. 18. Принцип работы сканирующей ближнепольной оптической микроскопии. Конфигурации СБОМ. Зонды для ближнепольных оптических микроскопов.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Тестирование	Тестирование проводится на лекционных занятиях и позволяет контролировать знания и умения, усвоенные, в основном в ходе лекций и практических занятий. Это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний обучающегося, содержит преимущественно вопросы закрытого типа. Методика оценки – сравнение с эталоном. Время – 10 минут. Количество вопросов от 5 до 6. В рамках дисциплины проводится 4 теста, максимальная оценка каждого теста 5 баллов.
2.	Защита ИДЗ	Каждому слушателю выдается индивидуальное задание на определенную тему, которое выполняется в рамках самостоятельной работы. Для успешного выполнения индивидуального задания слушатель должен провести поиск и анализ научных публикаций по заданной теме, результаты которого оформить в виде презентации. Защита индивидуального задания проходит во время практического занятия в виде представления доклада и последующего ответа на возникающие вопросы. Выполнение задания позволяет контролировать умения обучающихся. Методика оценки –экспертная оценка В рамках дисциплины студенты получают 7 индивидуальных заданий, максимальная оценка каждого выполненного задания - 3 балла.
3.	Защита отчета по практической работе	Практическая работа выполняется в рамках практических занятий, во время которого слушатель получит практические навыки работы на зондовых микроскопах, научится обрабатывать и анализировать СЗМ-изображения. Методика оценки – сравнение с эталоном и/или экспертная оценка В рамках дисциплины студенты выполняют 9 практических работ, максимальная оценка 3 балла.
4.	Защита отчета по лабораторной работе	Лабораторная работа выполняется в рамках лабораторных занятий, во время которого слушатель получит навыки работы на зондовых микроскопах и научится решать небольшие научно-исследовательские задачи. Методика оценки – сравнение с эталоном и/или экспертная оценка В рамках дисциплины студенты выполняют 4 лабораторных работы, максимальная оценка 5 баллов.
5.	Контрольная работа	Контрольная работа проводится на конференц-неделе. Студентам предлагается ответить на вопросы открытого типа. Выполнение задания позволяет контролировать знания и умения обучающихся. Время – 45 минут Методика оценки – сравнение с эталоном и/или экспертная оценка. Количество вопросов – 4. В рамках дисциплины студенты выполняют 1 контрольную работу, максимальная оценка 4 балла.
6.	Экзамен	Проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. Время на подготовку 40 минут. Дополнительные вопросы могут не иметь отношения к вопросам в экзаменационном билете. Методика оценки – сравнение с эталоном и/или экспертная оценка. Максимальная оценка – 20 баллов.

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ
2020/2021 учебный год

ОЦЕНКИ			Дисциплина <u>«ЗОНДОВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ»</u> <i>по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</i>	Лекции	8	час.
«Отлично»	A	90 - 100 баллов		Практ. занятия	32	час.
	B	80 – 89 баллов		Лаб. занятия	24	час.
«Хорошо»	C	70 – 79 баллов		Всего ауд. работа	64	час.
	D	65 – 69 баллов		CPC	152	час.
«Удовл.»	E	55 – 64 баллов		ИТОГО	216	час.
	P	55 - 100 баллов			6	з.е.
Зачтено	F	0 - 54 баллов				
Неудовлетв орительно / незачтено						

Результаты обучения по дисциплине:

РД 1	Оценивает морфологию и структуру поверхности материалов
РД 2	Обрабатывает данные, полученные с помощью сканирующих зондовых микроскопов различного типа
РД 3	Применяет знания специфики разных методик оценки топографии наноструктурированных материалов
РД 4	Составляет аналитические обзоры, включающие описание научных достижений и критику по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов
РД 5	Анализирует и обобщает научно-техническую информацию по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов
РД 6	Знает современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по сканирующей зондовой микроскопии наноматериалов

Оценочные мероприятия:

Для дисциплин с формой контроля - экзамен

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
Текущий контроль:			80
ТК1	Тестирование	4	8
ТК2	Защита ИДЗ	7	21
ТК3	Защита отчета по практической работе	9	27
ТК4	Защита отчета по лабораторной работе	4	20
ТК5	Контрольная работа	1	4
Промежуточная аттестация:			20
ПА1	Экзамен	1	20

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		РД1 РД2 РД3 РД5	Лекция 1. Основы сканирующей зондовой микроскопии	2	2	ТК1	2	ОСН1 ДОП1		
			Практическое занятие 1. Применение зондовой микроскопии	2		ТК2	3		ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Практическое занятие 2. Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии	2		ТК3	3	ОСН2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Применение зондовой микроскопии»		8	ТК2			ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Подготовка отчета по практической работе «Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии»		8	ТК3		ОСН2		
2		РД1 РД2 РД3	Практическое занятие 3. Влияние характеристик зондов на результаты сканирования	2		ТК3	3	ОСН2		
			Практическое занятие 4. Калибровка сканеров	2		ТК3	3	ОСН2 ДОП1	ЭР4	
			Лабораторная работа 1. Изготовление зондов и получение первого изображения на установке Nanoeducator	6		ТК4	5		ЭР4	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка отчета по практической работе «Влияние характеристик зондов на результаты сканирования»		8	ТК3		ОСН2		
			Подготовка отчета по практической работе «Калибровка сканеров»		8	ТК3		ОСН2 ДОП1	ЭР4	
			Подготовка отчета по лабораторной работе «Изготовление зондов и получение первого изображения на установке Nanoeducator»		4	ТК4			ЭР4	
3		РД1 РД3 РД4 РД5 РД6	Лекция 2. Сканирующая туннельная микроскопия	2	2	ТК1	2	ОСН3 ДОП1		
			Практическое занятие 5. Разработка СЗМ в России и за рубежом	2		ТК2	3	ДОП2	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Практическое занятие 6. Использование методов СТМ для получения топографического изображения поверхностей	2		ТК3	3	ОСН3	ЭР4	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Разработка СЗМ в России и за рубежом»		8	ТК2		ДОП2	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Подготовка отчета по практической работе «Использование методов СТМ для получения топографического изображения поверхностей»		8	ТК3		ОСН3	ЭР4	
4		РД1 РД2 РД3	Практическое занятие 7. Применение фильтров для обработки СТМ-изображений	2			3	ДОП3		
			Практическое занятие 8. Количественный анализ изображений, полученных методом СТМ	2			3	ДОП3		
			Лабораторная работа 2. Получение вольт-амперных характеристик для керамических образцов	6			5	ОСН2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка отчета по практической работе «Применение фильтров для обработки СТМ-изображений»		8	ТК3		ДОП3		

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
5		РД1 РД2 РД3 РД4 РД5 РД6	Подготовка отчета по практической работе «Количественный анализ изображений, полученных методом СТМ»		8	ТК3		ДОП3		
			Подготовка отчета по лабораторной работе «Получение вольт-амперных характеристик для керамических образцов»		4	ТК4		ОСН2		
			Лекция 3. Атомно-силовая микроскопия	2	2	ТК1	2	ОСН2 ОСН3 ДОП1		
			Практическое занятие 9. Изготовление кантилеверов	2		ТК2	3	ОСН2	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Практическое занятие 10. Использование бесконтактных методов АСМ для получения топографического изображения поверхностей	2		ТК3	3	ОСН2	ЭР4	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Изготовление кантилеверов»		8	ТК2		ОСН2	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
6		РД1 РД2 РД3	Подготовка отчета по практической работе «Использование бесконтактных методов АСМ для получения топографического изображения поверхностей»		8	ТК3		ОСН2	ЭР4	
			Практическое занятие 11. Использование полуконтактных режимов АСМ для анализа распределения фаз по поверхности образцов	2		ТК3	3	ОСН2	ЭР4	
			Практическое занятие 12. АСМ для анализа морфологии поверхности биологических объектов	2		ТК3	3		ЭР4	
			Лабораторная работа 3. АСМ исследование влияния деформации на морфологию поверхности полимерных образцов	6		ТК4	5	ОСН2	ЭР4	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка отчета по практической работе «Использование полуконтактных режимов АСМ для анализа распределения фаз по поверхности образцов»		8	ТК3		ОСН2	ЭР4	
			Подготовка отчета по практической работе «АСМ для анализа морфологии поверхности биологических объектов»		8	ТК3			ЭР4	
7		РД3 РД4 РД5 РД6	Подготовка отчета по лабораторной работе «АСМ исследование влияния деформации на морфологию поверхности полимерных образцов»		4	ТК4		ОСН2	ЭР4	
			Лекция 4. Иные виды СЗМ	2	2	ТК1	2	ОСН1 ДОП4		
			Практическое занятие 13. Магнитно-силовая микроскопия	2		ТК2	3	ОСН1	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Практическое занятие 14. Электронно-силовая микроскопия	2		ТК2	3	ОСН1	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Магнитно-силовая микроскопия»		8	ТК2		ОСН1	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Электронно-силовая микроскопия»		8	ТК2		ОСН1	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
8		РД1 РД2 РД3	Практическое занятие 15. Ближнепольная оптическая микроскопия	2		ТК2	3	ОСН1 ОСН2	ЭР1 ЭР2 ЭР3	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видеоресурсы
		РД4 РД5 РД6	Практическое занятие 16. Конфокальная микроскопия	2		ТК2	3	ОСН1	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Лабораторная работа 4. Применение нанолитографии для модификации поверхности	6		ТК4	5	ДОП4	ЭР4	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Ближнепольная оптическая микроскопия»		8	ТК2		ОСН1 ОСН2	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Подготовка индивидуального домашнего задания «Конфокальная микроскопия»		8	ТК2		ОСН1	ЭР1 ЭР2 ЭР3	
			Подготовка отчета по лабораторной работе «Применение нанолитографии для модификации поверхности»		4	ТК4		ДОП4	ЭР4	
9		РД2 РД3	Конференц-неделя 1							
			Контрольная работа			ТК5	4	ОСН1 ОСН2 ОСН3 ДОП1		
			Всего по контрольной точке (аттестации) 1	64	152		80			
			Экзамен (при наличии)			ПА1	20 / 0			
			Общий объем работы по дисциплине	64	152		100			

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)	№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ОСН 1	Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий / Ю. И. Головин. — Москва: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/5793 . — Загл. с экрана.	ЭР 1	Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/
ОСН 2	Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I: учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 134 с. — ISBN 978-5-7782-2158-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45104.html	ЭР 2	База данных Scopus	https://www.scopus.com
ОСН 3	Дедкова Е.Г., Чуприк А.А., Бобринецкий И.И., Неволин В.К. Приборы и методы зондовой микроскопии. учебное пособие. — М., 2011. — 160 с. — Режим доступа: http://nanotube.ru/sites/default/files/publications/16-11-2012/M04%20Учебное%20пособие.%20Приборы%20и%20методы%20зондовой%20микроскопии.pdf . — Заглавие с экрана.	ЭР 3	База данных Sciencedirect	https://www.sciencedirect.com/
		ЭР 4	Интернет-сайт компании "НТ-МДТ"	https://www.ntmdt-si.ru/resources

№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)	№ (код)	Видеоресурсы (ВР)	Адрес ресурса
ДОП 1	Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. - г. Нижний Новгород, 2004 г. - 110 с. — Режим доступа: https://www.ntmdt-si.ru/data/media/files/brochures/osnovy_skaniruyushcej_zondovoj_mikroskopii.pdf . — Загл. с экрана.			

ДОП 2	Методы и приборы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / А. В. Ищенко, А. С. Вохминцев, И. И. Огородников, И. А. Вайнштейн ; научный редактор Б. В. Шульгин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 180 с. — Режим доступа: http://hdl.handle.net/10995/53999 . — Загл. с экрана.
ДОП 3	Елманов, Г. Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии: лабораторный практикум: учебное пособие / Г. Н. Елманов, Б. А. Логинов, О. Н. Севрюков. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75758 . — Заглавие с экрана.
ДОП 4	Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике. Издание 2-е, исправленное. — Москва: Техносфера, 2014. — 176 с. ISBN 978-5-94836-382-0. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/73521 . — Загл. с экрана.
