

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 17.02.2025 13:49:38

Уникальный программный идентификатор:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943d14a4851fda56d089

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)**

**Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники,  
общей и прикладной физики**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

**О.Г. Локтионова**

« 10 » 02



**Методические указания по производственной эксплуатационной  
практике для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотех-  
нологии и микросистемная техника»**

**Курск 2025**

УДК 53.072; 53:004

Составители: А.Е. Кузько, А.В. Кузько

Рецензент

Доктор физико-математических наук,  
главный научный сотрудник РЦН, профессор *А.П. Кузьменко*

Методические указания по производственной эксплуатационной практике для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Е. Кузько, А.В. Кузько. Курск, 2025. 19 с.

Рассмотрены предметы и цели производственной эксплуатационной практики, задачи и содержание работы практикантов. Изложен порядок прохождения практики, требования к результатам прохождения практики и отчётным документам.

Материал предназначен для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», а также будет полезен студентам всех других направлений подготовки, изучающих дисциплины нанотехнологического цикла.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 10.09.25. Формат 60×84 1/16.  
Усл.печ.л. 1,10. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 50 экз. Заказ 102. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## 1. Цели, задачи и сроки прохождения производственной практики

Процесс прохождения производственной эксплуатационной практики направлен на формирование профессиональных компетенций в области нанотехнологий и микросистемной техники в условиях реального производства (работодателя).

Целью производственной эксплуатационной практики является освоение обучающимися трудовой функции «Способен проводить измерения параметров микро- и наноструктур» и соответствующих ей универсальных и профессиональных компетенций непосредственно на рабочем месте в региональном центре нанотехнологий\_ (далее – организация).

В процессе прохождения практики студенты должны решать следующие основные задачи:

1. Применение на рабочем месте полученных в ходе теоретического обучения знаний и формирование умений, необходимых для выполнения трудовых действий, требующихся для освоения трудовой функции «Способен проводить измерения параметров микро- и наноструктур».

2. Выполнение на рабочем месте трудовых действий, необходимых для освоения трудовой функции «Способен проводить измерения параметров микро- и наноструктур»

3. Приобретение в условиях реального производства опыта решения задач профессиональной деятельности проектно-технологического типа.

Производственная эксплуатационная практика входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 2 «Практика» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность «Нанотехнологии». Практика проходит на 1 курсе во 2 семестре.

Объем производственной эксплуатационной практики, установленный учебным планом, - 6 зачетных единиц, продолжительность - 4 недели (216 часов).

## 2 Вид, тип, способ и форма (-ы) проведения практики

*Вид практики* – производственная.

*Тип практики* – эксплуатационная.

*Способ проведения практики* – стационарная (в г. Курске).

*Место проведения практики* – Региональный центр нанотехнологий.

Практика проводится на основании договора о практической подготовке обучающихся, заключенного между университетом и организацией.

Выбор мест прохождения практики для лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) и инвалидов при наличии их в числе обу-

чающихся производится с учетом состояния здоровья обучающихся и требований по доступности.

*Форма проведения практики* – сочетание дискретного проведения практик по видам и по периодам их проведения.

### 3 Порядок организации и проведения практики

Образовательная деятельность при реализации практики организуется в форме практической подготовки путем непосредственного выполнения обучающимися осваиваемых трудовых функций по должности «младший научный сотрудник» на рабочем месте в организации, региональном центре нанотехнологий.

Образовательная деятельность при проведении практики проводится *в форме контактной работы* обучающихся с руководителями практики от университета и от организации *и в иных формах*, указанных в таблице 1.

*Контактная работа* при проведении практики включает в себя:

- групповые консультации;
- индивидуальную работу с обучающимися руководителями практики от университета и от организации (в том числе индивидуальные консультации);
- иные формы взаимодействия обучающихся с руководителями практики от университета и от организации при проведении практики и промежуточной аттестации обучающихся, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы и содержание практики

п/п	Этапы практики	Содержание практики	Трудоемкость (ак. час)
	Организационный этап (в университете)	<b>Групповая консультация:</b> 1) знакомство с целью, задачами, требованиями к результатам обучения, программой, порядком прохождения практики; 2) информация о формах отчетности обучающихся по практике и требованиях, предъявляемых к каждой из них ( <i>формы отчетности указаны в разделе 5</i> ); 3) информация о порядке проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике ( <i>приведен в п.б.4</i> ); 4) вводный инструктаж по охране труда.	2
	Начальный этап	<b>Групповая консультация и рабочая экскурсия по предприятию:</b>	2

	(на предприятии)	– знакомство с предприятием и (или) структурным подразделением предприятия; – распределение обучающихся по рабочим местам; – информация о режиме работы, правилах внутреннего трудового распорядка и др.	
	Производственный этап (на рабочем месте)	Работа обучающихся в организации на рабочих местах дублерами (или помощниками) специалистов, занимающих должность(-и) «младший научный сотрудник».	200
.1	Знакомство с рабочим местом	Инструктаж по охране труда на рабочем месте. Изучение должностной инструкции. Изучение нормативных правовых актов, и (или) локальных нормативных актов, и (или) распорядительных актов организации, и (или) иных документов, регламентирующих выполнение трудовой функции, осваиваемой в ходе практики: Руководство пользователя атомно-силового микроскопа AIST-NT (SmartSPMTM), электронного микроскопа JSM-6610LV (JEOL), спектрофотометра СФ-2000, энергодисперсионного анализатора (Oxford Instruments X-Maxn Silicon Drift Detector), порошкового рентгеновского дифрактометра GBC EMMA), ИК-Фурье спектрометра (Nicolet iS50); микроспектрометра комбинационного рассеяния света (OmegaScope AIST-NT), установки малоуглового рентгеновского рассеяния (Anton Paar SAXSess mc2), оптического микроскопа (Nicon SMZ 745T), брюстеровского микроскопа (BAM), потенциометрической установки KSV NIMA 2002 SPOT), люксометра	10
.2	Практическая подготовка обучающихся	<b>3.2.1 ОСВОЕНИЕ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ТРУДОВОЙ ФУНКЦИИ: измерение параметров микро- и наноструктур</b>	190
<i>3.2.1.1 Освоение обучающимися трудового действия: Проведение измерений параметров микро- и наноструктур при помощи атомно-силового микроскопа</i>		60	

	<p><b>Визуализация образца:</b> демонстрация руководителем практики от организации (или другим работником организации) эталонного процесса выполнения трудового действия и эталонного результата выполнения данного трудового действия (скрин рабочего стола прикладной управляющей программы АСМ с рабочими выставленными параметрами посадки на заданный образец (металлический, диэлектрический, полупроводниковый, композитный и др.) и параметрами сканирования (либо в бесконтактном, либо в полуконтактном, либо в контактном режимах); скрин изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы; скрин АСМ-изображения профилей поверхности образца, полученных в программе Gwiddion и скрин изображения таблицы с параметрами изображения (средний размер зерна, параметры шероховатости, наибольшая высота и др.).</p> <p>Информирование обучающихся о требованиях организации к качеству процесса и (или) результату:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение правильной настройки прикладного программного обеспечения для сканирования образца на АСМ в одном из режимов (бесконтактном, полуконтактном, контактном режимах), в оптимальное время, с соблюдением техники безопасности;</li> <li>- изображение образца должно иметь оптимальный для исследования масштаб, шумы (артефакты) должны быть убраны при помощи соответствующих фильтров в прикладном программном обеспечении (Gwiddion), изображение должно быть четким и визуально читаемым;</li> <li>- изображение профилей структур поверхности образца, полученное в Gwiddion должно быть нести характерные особенности структур;</li> <li>- измеренные параметры структур поверхности (средний размер зерна, шероховатость, распределение по размерам) должны быть достоверными и удобными в использовании в отчётах по исследованию</li> </ul>	6
	<p><b>Тренинг:</b> выполнение (при необходимости и возможности – многократное повторение) обучающимися под контролем руководителя прак-</p>	48

	тики от предприятия трудового действия.	
	<b>Текущий контроль успеваемости:</b> проверка руководителем практики от предприятия качества выполнения обучающимися задания № 1 по практической подготовке ( <i>приведено в п.б.3.1</i> ).	2
	<b>Индивидуальная работа с обучающимися:</b> рекомендации руководителя практики от предприятия о способах исправления недочетов и (или) ошибок, допущенных при выполнении задания № 1 по практической подготовке.	4
	<b>3.2.1.2 Освоение обучающимися трудового действия: Проведение измерений параметров микро- и наноструктур при помощи сканирующего электронного микроскопа, проведение измерений параметров микро- и наноструктур при помощи приставки энергодисперсионного анализа с датчиком обратно рассеянных электронов и энергодисперсионным анализатором (Oxford Instruments X-Maxn Silicon Drift Detector)</b>	70
	<b>Визуализация образца:</b> демонстрация руководителем практики от организации (или другим работником организации) эталонного процесса выполнения трудового действия и эталонного результата выполнения данного трудового действия (скрин рабочего стола прикладной управляющей программы СЭМ с рабочими выставленными параметрами для исследования образца (металлического, диэлектрического, полупроводникового, композитного и др.) и параметрами сканирования (либо во вторичных электронах, либо в обратнорассеянных, либо в низковакуумном, высоковакуумном режимах); фото СЭМ-изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы, с указанием параметров сканирования и с определёнными параметрами структур поверхности образца, определёнными в прикладном программном обеспечении (линейные геометрические размеры микро и наноструктур, радиусы кривизны, расстояния между структурами и др.); фото энергодисперсионного спектра рентгеновских квантов, полученного на ЭДС, с таблицей процентного распределения химических элементов по поверхности об-	10

		<p>разца, или в заданной области образца). Информирование обучающихся о требованиях предприятия к качеству процесса и (или) результату:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение правильной настройки прикладного программного обеспечения для сканирования образца на СЭМ в одном из режимов (либо во вторичных электронах, либо в обратнорассеянных, либо в низковакуумном, высоковакуумном режимах), в оптимальное время, с соблюдением техники безопасности;</li> <li>- изображение образца должно иметь оптимальный для исследования масштаб, изображение должно быть четким и визуально читаемым, контрастным и содержать параметры сканирования (фокус, увеличение, масштаб, Spotsize), так же на изображении должны быть определены герметические характеристики структур (линейные размеры, расстояния между структурами, радиусы кривизны, угловые характеристики и др);</li> <li>- изображение энергодисперсионного спектра должно иметь правильный подобранный масштаб по осям координат, в спектре должно быть минимизировано содержание углерода, адсорбированного из воздуха на поверхность, измеренный элементный состав должен быть достоверным и удобным в использовании в отчётах по исследованию</li> </ul>	
		<p><b>Тренинг:</b> выполнение (при необходимости и возможности – многократное повторение) обучающимися под контролем руководителя практики от предприятия трудового действия.</p>	54
		<p><b>Текущий контроль успеваемости:</b> проверка руководителем практики от предприятия качества выполнения обучающимися задания № 2 по практической подготовке (приведено в п.б.3.1).</p>	4
		<p><b>Индивидуальная работа с обучающимися:</b> рекомендации руководителя практики от предприятия о способах исправления недочетов и (или) ошибок, допущенных при выполнении задания № 2 по практической подготовке.</p>	4
		<p><b>3.2.1.3 Освоение обучающимися не менее одного из следующих трудовых действий:</b> <b>проведение измерений параметров микро- и</b></p>	60

	<p><b>наноструктур одним из методов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рентгенофазовый анализ (Порошковый рентгеновский дифрактометр GBC EMMA);</li> <li>- ИК-Фурье спектроскопия (Nicolet iS50);</li> <li>- спектрофотометрия (СФ-2000);</li> <li>- спектроскопия комбинационного рассеяния света (OmegaScore AIST-NT);</li> <li>- малоугловое рентгеновское рассеяние (Anton Paar SAXSess mc2);</li> <li>- оптическая микроскопия (Nicon SMZ 745T);</li> <li>- брюстеровская микроскопия (BAM);</li> <li>- потенциометрия (установка KSV NIMA 2002 SPOT);</li> <li>- люксометрии</li> </ul>	
	<p><b>Визуализация образца:</b> демонстрация руководителем практики от организации (или другим работником организации) эталонного процесса выполнения трудового действия и эталонного результата выполнения данного трудового действия (результат измерения параметров образца, представленный в виде графика, спектра, изображения, полученный одним из указанных выше способов).</p> <p>Информирование обучающихся о требованиях предприятия к качеству процесса и (или) результату:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерение параметров микро- и наноструктур образца в оптимальное время, с экономией расходных материалов и энергозатрат, с соблюдением техники безопасности одним из методов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- рентгенофазовый анализ (Порошковый рентгеновский дифрактометр GBC EMMA);</li> <li>- ИК-Фурье спектроскопия (Nicolet iS50);</li> <li>- спектрофотометрия (СФ-2000);</li> <li>- спектроскопия комбинационного рассеяния света (OmegaScore AIST-NT);</li> <li>- малоугловое рентгеновское рассеяние (Anton Paar SAXSess mc2);</li> <li>- оптическая микроскопия (Nicon SMZ 745T);</li> <li>- брюстеровская микроскопия (BAM);</li> <li>- потенциометрия (установка KSV NIMA 2002 SPOT);</li> <li>- люксометрии</li> </ul> </li> <li>- измеренные параметры структур образца</li> </ul>	6

		должны быть достоверными и удобными в использовании в отчётах по исследованию	
		<b>Тренинг:</b> выполнение (при необходимости и возможности – многократное повторение) обучающимися под контролем руководителя практики от предприятия трудового действия.	48
		<b>Текущий контроль успеваемости:</b> проверка руководителем практики от предприятия качества выполнения обучающимися задания № 3 по практической подготовке (приведено в п.б.3.1).	2
		<b>Индивидуальная работа с обучающимися:</b> рекомендации руководителя практики от предприятия о способах исправления недочетов и (или) ошибок, допущенных при выполнении задания № 3 по практической подготовке.	4
	Завершающий этап (на предприятии)	<i>1-й этап промежуточной аттестации обучающихся по практике</i> (проводится с применением механизма демонстрационного экзамена). Выполнение обучающимися в режиме реального времени комплексного задания (единое для всех обучающихся комплексное задание приведено в п.б.3.2).	8
	Итоговый этап (в университете)	<i>2-й этап промежуточной аттестации обучающихся по практике.</i> Порядок проведения второго этапа промежуточной аттестации представлен в п.б.4.	2
<b>ВСЕГО:</b>			<b>216</b>

#### 4 Формы отчетности по практике

Формы отчетности студентов по производственной практике (научно-исследовательская работа):

1. дневник практики (форма дневника практики приведена в приложении А рабочей программы практики);

2. результат(ы) деятельности обучающегося:

– скрин рабочего стола прикладной программы АСМ с выставленными рабочими параметрами посадки на заданный образец и параметрами сканирования (либо в бесконтактном, либо в полуконтактном, либо в контактном режимах); скрин изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы; скрин АСМ-изображения профилей поверхности образца, полученных в программе Gwiddion и скрин изображения таблицы с параметрами изображения (средний размер зерна, параметры шероховатости, наибольшая высота и др.).

- скрин рабочего стола прикладной управляющей программы СЭМ с рабочими выставленными параметрами для исследования образца и параметрами сканирования (либо во вторичных электронах, либо в обратнорассеянных, либо в низковакуумном, высоковакуумном режимах); фото СЭМ-изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы, с указанием параметров сканирования и с определёнными параметрами структур поверхности образца, определёнными в прикладном программном обеспечении (линейные геометрические размеры микро и наноструктур, радиусы кривизны, расстояния между структурами и др.); фото энергодисперсионного спектра рентгеновских квантов, полученного на ЭДС, с таблицей процентного распределения химических элементов по поверхности образца, или в заданной области образца
- результат измерения параметров образца, представленный в виде графика, спектра, изображения, полученные одним из указанных выше способов.

3. аттестационный лист обучающегося (*форма аттестационного листа приведена в приложении Б рабочей программы практики*).

#### ***А) Дневник практики***

В дневник практики вносятся сведения о ходе освоения обучающимся трудовых действий, указанных в таблице 1, и результаты текущего контроля успеваемости.

#### ***Б) Задания по практической подготовке<sup>1</sup>***

##### ***Задание № 1 по практической подготовке***

Осуществите измерение параметров микро- и наноструктур при помощи атомно-силового микроскопа

##### ***Задание № 2 по практической подготовке***

Осуществите измерение параметров микро- и наноструктур при помощи сканирующего электронного микроскопа и при помощи приставки энергодисперсионного анализа с датчиком обратно рассеянных электронов и энергодисперсионным анализатором (Oxford Instruments X-Maxn Silicon Drift Detector)

##### ***Задание № 3 по практической подготовке***

Выполните измерение параметров микро- и наноструктур одним из методов:

- рентгенофазовый анализ (Порошковый рентгеновский дифрактометр GBC EММА);
- ИК-Фурье спектроскопия (Nicolet iS50);
- спектрофотометрия (СФ-2000);
- спектроскопия комбинационного рассеяния света (OmegaScope AIST-NT);
- малоугловое рентгеновское рассеяние (Anton Paar SAXSess mc2);
- оптическая микроскопия (Nicon SMZ 745T);
- брюстеровская микроскопия (ВАМ);

- потенциометрия (установка KSV NIMA 2002 SPOT);
- люксометрии.

## **5. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по практике**

### ***А) Оценочные средства для проведения 1 этапа (на предприятии) промежуточной аттестации обучающихся с применением механизма демонстрационного экзамена***

#### **Комплексное задание**

Для исследования распределения размеров наноструктур на поверхности образца, нанесённых с помощью магнетронного напыления, произвести обработку полученного изображения с помощью фильтров программы Gwiddion, получить гистограмму распределения по размерам, получить изображение профиля характерных структур поверхности, определить средний размер структур. Результаты предоставить в виде графика гистограммы распределения по размерам структур и скринов профилей с указанием размеров структур.

#### ***Б) Результат(-ы) деятельности обучающегося:***

1. Скрин рабочего стола прикладной программы АСМ с выставленными рабочими параметрами посадки на заданный образец и параметрами сканирования (либо в бесконтактном, либо в полуконтактном, либо в контактном режимах); скрин изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы; скрин АСМ-изображения профилей поверхности образца, полученных в программе Gwiddion и скрин изображения таблицы с параметрами изображения (средний размер зерна, параметры шероховатости, наибольшая высота и др.).

2. Скрин рабочего стола прикладной управляющей программы СЭМ с рабочими выставленными параметрами для исследования образца и параметрами сканирования (либо во вторичных электронах, либо в обратнорассеянных, либо в низковакуумном, высоковакуумном режимах); фото СЭМ-изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы, с указанием параметров сканирования и с определёнными параметрами структур поверхности образца, определёнными в прикладном программном обеспечении (линейные геометрические размеры микро и наноструктур, радиусы кривизны, расстояния между структурами и др.); фото энергодисперсионного спектра рентгеновских квантов, полученного на ЭДС, с таблицей процентного распределения химических элементов по поверхности образца, или в заданной области образца.

3. Результат измерения параметров образца, представленный в виде графика, спектра, изображения, полученные одним из указанных выше способов.

***В) Аттестационный лист обучающегося.***

Форма аттестационного листа обучающегося (включая требования к его оформлению) приведена в приложении Б рабочей программы практики.

Аттестационный лист обучающегося заполняется руководителем практики от предприятия по завершении 1 этапа промежуточной аттестации.

***Г) Оценочные средства для проведения 2 этапа (в университете) промежуточной аттестации обучающихся******Уточняющие вопросы комиссии***

1. Назовите основные документы, необходимые работнику, занимающему на предприятии должность «младший научный сотрудник», для измерения параметров микро- и наноструктур. Перечислите их основные требования.

2. Перечислите требования к процессу измерения параметров на АСМ.

3. Перечислите требования к процессу измерения параметров на СЭМ.

4. Объясните необходимость использования контактных, полуконтактных и бесконтактных режимов работы АСМ для определения параметров структур образцов.

5. Объясните важность использования немассивных образцов.

6. Объясните необходимость использования низковакуумного режима работы СЭМ для определения параметров структур образцов.

7. Перечислите способы борьбы с зарядкой образца при измерении параметров структур на СЭМ.

8. Расскажите, в чём суть грубой и точной посадки зонда АСМ на поверхность образца.

9. Перечислите типы кантилеверов АСМ.

10. Объясните, почему при получении изображений наноструктур на АСМ необходимо использовать методы восстановления профиля поверхности.

11. Объясните, почему необходимы метрические шаговые структуры для зондовых методов исследования.

12. Перечислите типы метрических шаговых структур, используемых для метрологического обеспечения микроскопических методов исследования.

13. Объясните, как работает энергодисперсионный спектрометр.

14. Объясните, почему ЭДС не определяет содержание первых элементов периодической системы Менделеева в образце.

15. Прокомментируйте результаты своей деятельности в ходе практики.

16. Назовите трудности, с которыми Вы столкнулись при измерении параметром микро- и наноструктур образцов.

17. Назовите ошибки, которые Вы допускали при измерении параметров микро- и наноструктур образцов. Расскажите, как они были исправлены.

## **6. Методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка результатов обучения по по производственной эксплуатационной практике осуществляется в форме текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

*Текущий контроль успеваемости* проводится в течение практики на предприятии руководителем практики от предприятия. Периодичность проведения текущего контроля успеваемости определяется количеством осваиваемых обучающимися трудовыми действиями. С помощью заданий по практической подготовке оцениваются процесс выполнения каждого осваиваемого трудового действия и его результат. Оценка определяется по дихотомической шкале «освоил» / «не освоил» и вносится в дневник практики.

*Промежуточная аттестация обучающихся* проводится в форме зачета с оценкой.

Промежуточная аттестация обучающихся проходит в 2 этапа: *первый этап* – на предприятии, *второй этап* – в университете.

*Первый этап* промежуточной аттестации проводится на предприятии в предпоследний рабочий день практики (*или в предпоследний рабочий день практики и предшествующий ему рабочий день*). Первый этап промежуточной аттестации обучающихся проводится руководителем практики от предприятия с применением механизма демонстрационного экзамена. Руководитель практики от университета присутствует, но не участвует в процедуре оценивания.

Примерный порядок проведения первого этапа промежуточной аттестации обучающихся:

1. Выполнение обучающимся в режиме реального времени комплексного задания.

2. Демонстрация обучающимся результата(-ов) деятельности:

– Скрин рабочего стола прикладной программы АСМ с выставленными рабочими параметрами посадки на заданный образец и параметрами сканирования (либо в бесконтактном, либо в полуконтактном, либо в контактном режимах); скрин изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы; скрин АСМ-изображения профилей поверхности образца, полученных в программе Gwiddion и скрин изображения таблицы с параметрами изображения (средний размер зерна, параметры шероховатости, наибольшая высота и др.).

– Скрин рабочего стола прикладной управляющей программы СЭМ с рабочими выставленными параметрами для исследования образца и параметрами сканирования (либо во вторичных электронах, либо в обратнорассеянных, либо в низковакуумном, высоковакуумном режимах); фото СЭМ-изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы, с указанием параметров сканирования и с определёнными параметрами структур поверхности образца, определёнными в прикладном программном

обеспечении (линейные геометрические размеры микро и наноструктур, радиусы кривизны, расстояния между структурами и др.); фото энергодисперсионного спектра рентгеновских квантов, полученного на ЭДС, с таблицей процентного распределения химических элементов по поверхности образца, или в заданной области образца.

– Результат измерения параметров образца, представленный в виде графика, спектра, изображения, полученные одним из указанных выше способов.

3. Экспертная оценка выполненного обучающимся комплексного задания и результата(-ов) деятельности обучающегося.

4. Оформление руководителем практики от организации аттестационного листа обучающегося и завершение оформления дневника практики.

*Второй этап* промежуточной аттестации обучающихся проводится в университете в последний рабочий день практики комиссией, состав которой утверждается заведующим кафедрой (руководитель практики от университета входит в состав комиссии обязательно; руководитель практики от организации может быть включен в состав комиссии).

На зачет с оценкой обучающийся представляет документы, указанные в разделе 5.

Процедура оценивания проводится в следующем порядке:

1. Изучение комиссией представленных обучающимся документов: дневника практики (включая результаты текущего контроля успеваемости по практике), аттестационного листа обучающегося.

2. Демонстрация обучающимся видеоматериалов или их фрагментов (*при наличии*).

3. Демонстрация обучающимся результата(-ов) деятельности:

– Скрин рабочего стола прикладной программы АСМ с выставленными рабочими параметрами посадки на заданный образец и параметрами сканирования (либо в бесконтактном, либо в полуконтактном, либо в контактном режимах); скрин изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы; скрин АСМ-изображения профилей поверхности образца, полученных в программе Gwiddion и скрин изображения таблицы с параметрами изображения (средний размер зерна, параметры шероховатости, наибольшая высота и др.).

– Скрин рабочего стола прикладной управляющей программы СЭМ с рабочими выставленными параметрами для исследования образца и параметрами сканирования (либо во вторичных электронах, либо в обратнорассеянных, либо в низковакуумном, высоковакуумном режимах); фото СЭМ-изображения образца, которое получено в одном из заданных режимов работы, с указанием параметров сканирования и с определёнными параметрами структур поверхности образца, определёнными в прикладном программном обеспечении (линейные геометрические размеры микро и наноструктур, радиусы кривизны, расстояния между структурами и др.); фото энергодисперсионного спектра рентгеновских квантов, полученного на ЭДС, с таблицей

процентного распределения химических элементов по поверхности образца, или в заданной области образца.

– Результата измерения параметров образца, представленный в виде графика, спектра, изображения, полученные одним из указанных выше способов.

4. Ответы обучающегося на уточняющие вопросы комиссии о результатах деятельности, освоенной трудовой функции, освоенных трудовых действиях.

5. Определение оценки по практике (по ниже приведенным критериям). Внесение оценки в зачетно-экзаменационную ведомость, зачетную книжку и дневник практики обучающегося.

## 7. Критерии оценок по практике

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он:

– при выполнении комплексного задания в режиме реального времени продемонстрировал владение компетенциями на высоком уровне, соответствующем оценке «отлично» (критерии приведены в таблице 6);

– представил все формы отчетности, установленные в разделе 5;

– продемонстрировал результаты деятельности, отвечающие требованиям организации;

– имеет аттестационный лист без замечаний;

– дал исчерпывающие ответы на все уточняющие вопросы комиссии.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он:

– при выполнении комплексного задания в режиме реального времени продемонстрировал владение компетенциями на продвинутом уровне, соответствующем оценке «хорошо» (критерии приведены в таблице 6);

– представил все формы отчетности, установленные в разделе 5;

– продемонстрировал результаты деятельности, в целом соответствующие требованиям организации, но содержащие мелкие недочеты;

– не имеет замечаний или имеет одно незначительное замечание в аттестационном листе;

– дал ответы на все уточняющие вопросы комиссии, но допустил незначительные неточности.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он:

– при выполнении комплексного задания в режиме реального времени продемонстрировал владение компетенциями на пороговом уровне, соответствующем оценке «удовлетворительно» (критерии приведены в таблице 6);

– представил все формы отчетности, установленные в разделе 5;

– продемонстрировал результаты деятельности, значительно отклоняющиеся от требований организации;

- имеет не более двух незначительных замечаний в аттестационном листе;
- допустил ошибки в ответах на уточняющие вопросы комиссии.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он:

- при выполнении комплексного задания в режиме реального времени продемонстрировал владение компетенциями на недостаточном уровне, соответствующем оценке «неудовлетворительно» (критерии приведены в таблице 6.2);
- представил не все формы отчетности, установленные в разделе 5 (или к представленным формам отчетности имеются серьезные замечания);
- не продемонстрировал результаты деятельности (или продемонстрировал не все требуемые результаты деятельности, или продемонстрировал результаты деятельности, имеющие грубые ошибки);
- имеет замечания критического характера в аттестационном листе;
- не ответил на половину уточняющих вопросов комиссии и (или) допустил ошибки критического характера в ответах.

## **8. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения практики**

### **Основная литература:**

1. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур : лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е. Д. Мишина, Н. Э. Шерстюк, А. А. Евдокимов [и др.] ; под ред. А. С. Сигова. – 6-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 187 с. – (Учебник для высшей школы). –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712965> (дата обращения: 18.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
2. Смирнов, С. В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем : учебное пособие / С. В. Смирнов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 115 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208659> (дата обращения: 04.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
3. Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике: монография / В. К. Неволин. – Изд. 2-е, испр. – Москва : Техносфера, 2014. – 174 с. – (Мир электроники). –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260697> (дата обращения: 18.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

### **Дополнительная литература:**

4. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения : возможности и проблемы: монография / Р. А. Андриевский. – 4-е изд. – Мо-

сква : Лаборатория знаний, 2020. – 255 с. – (Нанотехнологии). –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712971> (дата обращения: 18.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

5. Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – . Ч. I. – 134 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228943> (дата обращения: 04.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

6. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э. Ф. Вознесенский, Ф. С. Шарифуллин, И. Ш. Абдуллин. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 184 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294> (дата обращения: 04.09.2024). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

7. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010. – 454 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (дата обращения: 04.09.2024) . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

#### **Перечень методических указаний**

1. Методические рекомендации по написанию и защите отчета по практике по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. Е. Кузько. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 8 с. - Текст : электронный

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Справочно-правовая система Консультант Плюс – <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 15.06.2024);
2. сайт образовательного сегмента национальной нанотехнологической сети – <http://www.nano-edu.ru/> (дата обращения: 15.06.2024);
3. словарь терминов от Роснано – <http://thesaurus.rusnano.com> (дата обращения: 15.06.2024);
4. сайт нанотехнологического сообщества, новости по нанотехнологиям –<http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 15.06.2024);-
5. научно-технический журнал по nanoиндустрии – <http://www.nanoindustry.su/journal> (дата обращения: 15.06.2024);
6. официальный сайт Центрального Управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – <http://cntr.gosnadzor.ru/>(дата обращения: 15.06.2024).

## **8 Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека Онлайн» – <http://biblioclub.ru>

2 Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ – <http://dvs.rsl.ru>

3 Базы данных ВИНТИ РАН – <http://viniti.ru>

4. <http://www1.fips.ru> - патентно-информационные продукты ФИПС;

5. <https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri> - сайт для поиска публикаций в scopus.

### *Информационные технологии:*

1 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека. Онлайн» – <http://biblioclub.ru>

2 Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ – <http://dvs.rsl.ru>

3 Базы данных ВИНТИ РАН – <http://viniti.ru>

### *Программное обеспечение:*

1. LabVIEW: режим доступа: свободный.

2. Gwyddion: режим доступа: свободный.

3. LibreOffice Calc: режим доступа: свободный.

4. Specwin32: режим доступа: свободный.

5. Match: режим доступа: по подписке.

6. PowderCell: режим доступа: свободный.

7. Saxquant: режим доступа: свободный.

8. Excel: режим доступа: свободный.

9. OmnicSpectra: режим доступа: по подписке.

### *Информационные справочные системы:*

1 Система «Гарант» <https://internet.garant.ru.>: режим доступа: по подписке.