

**ПРИМЕР**  
**ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ**  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**Техник по модификации свойств наноматериалов и наноструктур**  
**(5 уровень квалификации)**

## Содержание

<b>1. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА.....</b>	<b>3</b>
3. ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА.....	5
<b>4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАПОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ...</b>	<b>5</b>
<b>5. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....</b>	<b>6</b>
<b>6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ .....</b>	<b>6</b>

## 1. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ

**1.1. Наименование квалификации и уровень квалификации:** Техник по модификации свойств наноматериалов и наноструктур (5 уровень квалификации).

**1.2. Номер квалификации:** 10.10400.02.

**1.3. Профессиональный стандарт:** Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Регистрационный номер: 545.

Дата приказа: 07.09.2015.

Номер приказа: 593н.

**1.4. Вид профессиональной деятельности:** 10.104. Проведение модификации свойств и измерений параметров наноматериалов и наноструктур.

**1.5. Перечень трудовых функций:**

В/01.5 Подготовка к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией

В/02.5 Проведение процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур

В/03.5 Контроль качества выполнения процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур на соответствие требованиям технической и нормативной документации

В/04.5 Реализация мероприятий по повышению качества процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур

**1.6. Перечень документов, необходимых для прохождения профессионального экзамена по соответствующей квалификации:**

1. Документ о профессиональном образовании или обучении по профессиям, связанным с производством изделий электронной техники, микроэлектроники или химическими технологиями

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА

**2.1. Спецификация заданий для теоретического этапа профессионального экзамена:**

Знания, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка	Критерии оценки	Количество и типы заданий
Знания подготовки наноматериалов и наноструктур к процессу модификации их свойств.	За каждый правильный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов.	Двенадцать заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. Одно задание на установление последовательности. Два задания с открытым ответом.
Знания основных методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур	За каждый правильный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов.	Четырнадцать заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. Одно задание на установление последовательности Одно задание с открытым ответом.

Знания как оформлять результаты измерений параметров модифицированных наноматериалов и наноструктур в соответствии с требованиями технической и нормативной документации	<i>За каждый правильный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов.</i>	<i>Одиннадцать заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. Три задания с открытым ответом.</i>
Знания оценки соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций (карт), технической и нормативной документации по проведению процесса модификации их свойств.	<i>За каждый правильный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов.</i>	<i>Тринадцать заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. Два задания с открытым ответом.</i>
<b>ИТОГО</b>	<b>Максимум 30 баллов</b>	<b>Всего: 60 заданий в том числе: 50 с выбором одного или нескольких правильных ответов, восемь заданий с открытым ответом, два задания на установление последовательности.</b>

Время выполнения заданий для теоретического этапа профессионального экзамена: **60** минут.

Минимальное количество баллов для допуска к практическому этапу: **24** балла из **30** максимально возможных.

## 2.2. Примеры вопросов теоретического этапа

**1. Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: для каких целей применяется кластерная установка НТК Нанофаб-100 в микро- и наноэлектронике?**

- а) разработка схем и проектирование устройств;
- б) моделирование наноэлектронных устройств;
- в) создание новых наноматериалов;
- г) микросборка чипов;
- д) выращивание гетероструктуры.

**2. Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: из каких составляющих состоит вакуумная система модулей нанотехнологического комплекса Нанофаб-100?**

- а) форвакуумный насос, турбо-молекулярный насос, магниторазрядный насос, вакуумная камера, вакуумные датчики, вакуумная арматура;
- б) модуль МЛЭ, модуль ФИП, модуль СЗМ;
- в) диафрагменный насос, поршневой насос, диффузионный насос;
- г) линейный манипулятор, ростовой манипулятор, вакуумная этажерка для серии пластин.

**3. Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: каким образом добиться в установке низкого вакуума?**

- а) включить откачку диафрагменным насосом;
- б) включить откачку последовательно установленных диафрагменного и турбомолекулярного насосов;
- в) включить откачку последовательно установленных диафрагменного и турбомолекулярного насосов и параллельно установленного магниторазрядного насоса;
- г) включить магниторазрядный насос.

### 3. ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА

#### 3.1. Спецификация заданий для практического этапа профессионального экзамена:

Трудовые функции, трудовые действия, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки квалификации
<b>Практическое задание №1</b>	
В/01.5 Подготовка наноматериалов и наноструктур к процессу модификации их свойств В/02.5 Выполнение процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической и нормативной документацией В/03.5 Выполнение операций по измерению параметров модифицированных наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической и нормативной документацией В/04.5 Освоение новых методов повышения качества процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией	1. Соблюдение принципов технологии МВЕ. 2. Соблюдение требований техники безопасности. 3. Работа на зондовой установке. 4. Получение слоёв AlxGa1-xN на монокристаллической подложке Al2O3. 5. Представление отчёта о проделанной работе.

#### 3.2. Типовые задания для практического этапа профессионального экзамена

##### 3.2.1.

Изменяя температуру подложки от 800 до 1000 С и при росте GaN-слоя получить изменение картины интерферометрии от времени.

Рост осуществляется в симуляторе методом молекулярно-лучевой эпитаксии с газофазным источником азота в виде аммиака в сегменте Нанофаб-100. Должны быть загружены исследуемые подложки. МЛЭ-сегмент должен быть полностью откачан до давления не более  $10^{-8}$  Па, на стенки реактора и рубашку испарительных ячеек подан жидкий азот, заблокирован магнетронный насос и включена маршевая откачка турбомолекулярного откачка. Испарительные ячейки и баллон аммиака заправлены. Интерферометр и пирометр включены и готовы к работе. Скорость роста слоёв определяется по данным интерферометра внутри МЛЭ. Температура эффузионных источников и открытие необходимых заслонок задаются оператором.

Последовательность действий для проведения подготовки установки и правильность задания параметров указана окне подсказок симулятора. После проведения подготовки симулятор предложит оператору самому выполнить рост необходимых слоев.

При завершении роста, симулятор сам оценит результат роста структур.

Максимально допустимое время выполнения практических заданий: 6 часов

### 4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАПОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

#### а) материально-технические ресурсы для обеспечения теоретического этапа профессионального экзамена:

помещение: учебная аудитория.

Оборудование: персональный компьютер, подключенный к принтеру с установленной операционной системой Windows, офисными программами и специальным программным

комплексом для проведения теоретического экзамена, выход в интернет, канцелярские принадлежности (офисная бумага, ручки).

**б) материально-технические ресурсы для обеспечения практического этапа профессионального экзамена:**

Помещение:	Помещение для подготовки к выполнению задания и для оформления итоговых документов – лабораторный кабинет.
Оборудование:	1. Рабочий компьютер. 2. Специализированное ПО – симулятор нанотехнологического комплекса Нанофаб Любой современный браузер, выход в интернет, канцелярские принадлежности (офисная бумага, ручки).
Норма времени:	Максимально допустимое время выполнения задания: 4 часа

## 5. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

1) Высшее образование

2) Главный специалист в области исследования свойств наноматериалов и наноструктур. Опыт работы не менее 10 лет в должности и (или) выполнения работ (услуг) по виду профессиональной деятельности, содержащему оцениваемую квалификацию, но не ниже уровня оцениваемой квалификации.

3) Подтверждение прохождения обучения по ДПП, обеспечивающего освоение:

а) знаний:

- НПА в области независимой оценки квалификации и особенности их применения при проведении профессионального экзамена;
- нормативные правовые акты, регулирующие вид профессиональной деятельности и проверяемую квалификацию;
- методы оценки квалификации, определенные утвержденным Советом оценочным средством (оценочными средствами);
- требования и порядок проведения теоретической и практической части профессионального экзамена и документирования результатов оценки;
- порядок работы с персональными данными и информацией ограниченного использования (доступа);

б) умений

- применять оценочные средства;
- анализировать полученную при проведении профессионального экзамена информацию, проводить экспертизу документов и материалов;
- проводить осмотр и экспертизу объектов, используемых при проведении профессионального экзамена;
- проводить наблюдение за ходом профессионального экзамена;
- принимать экспертные решения по оценке квалификации на основе критериев оценки, содержащихся в оценочных средствах;
- формулировать, обосновывать и документировать результаты профессионального экзамена;
- использовать информационно-коммуникационные технологии и программно-технические средства, необходимые для подготовки и оформления экспертной документации;

4) Подтверждение квалификации эксперта со стороны Совета по профессиональным квалификациям.

5) Отсутствие ситуации конфликта интереса в отношении конкретных соискателей

## 6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Проведение обязательного инструктажа на рабочем месте.