СОВЕТ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ
КВАЛИФИКАЦИЯМ
В СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ
И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

ПРИМЕР

ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники 4 разряда (4 уровень квалификации)

Фонд оценочных средств

Совета по профессиональным квалификациям в сфере нанотехнологий и микроэлектроники

Москва 2025

1. **Наименование квалификации и уровень квалификации:**

Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники 4 разряда (4 уровень квалификации)

2. **Номер квалификации:**

3. **Профессиональный стандарт или квалификационные требования, установленные федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации (далее - требования к квалификации):**

«Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники»
Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от «21» марта 2022 г. №147н.

4. **Вид профессиональной деятельности**

Выполнение процессов фотолитографии при производстве изделий микроэлектроники.

5. **Спецификация заданий для теоретического этапа профессионального экзамена**

Знания, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка квалификации	**Критерии оценки квалификации**	**Тип и N задания**
1	2	3
З к А/01.4: **Требования нормативно-технической и технологической документации, требования технического задания на изготовление изделий микроэлектроники с применением процессов фотолитографии** **Технологические карты проведения процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Межоперационное время хранения пластин, используемых для производства изделий микроэлектроники** **Межоперационное время хранения пластин, используемых для производства изделий микроэлектроники** **Требования охраны труда при работе на оборудовании нанесения слоя фоторезиста при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Методы и режимы нанесения слоя фоторезиста на поверхность пластин, используемых для производства изделий микроэлектроники, и режимы нанесения вспомогательных слоев, применяемых при нанесении слоя фоторезиста на поверхность пластин** **Методы и режимы сушки фоторезистивного слоя на поверхности пластин, необходимых для производства изделий микроэлектроники** **Межоперационное время хранения пластин, используемых для производства изделий микроэлектроники**	За каждый правильный ответ – 1 балл	Задание 1-12, 15 с выбором ответа.

Виды и свойства химических материалов, используемых в процессе фотолитографии изделий микроэлектроники **Сроки годности и условия хранения используемых в процессе фотолитографии материалов, необходимых при изготовлении изделий микроэлектроники**		
З к А/02.4: **Назначение и типы фотошаблонов для проведения процессов фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники** **Методы оценки качества фотошаблона, применяемого в процессе фотолитографии для формирования топологического слоя на поверхности пластин при изготовлении изделий микроэлектроники** **Правила хранения и перемещения фотошаблона, необходимого для изготовления изделий микроэлектроники с применением фотолитографии** **Методы оценки качества фотошаблона, применяемого в процессе фотолитографии для формирования топологического слоя на поверхности пластин при изготовлении изделий микроэлектроники** **Назначение защитной пленки (пелликла) и требования к ней** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Правила хранения и перемещения фотошаблона, необходимого для изготовления изделий микроэлектроники с применением фотолитографии** **Виды дефектов фоторезистивной маски, возникающих при выполнении процесса совмещения и экспонирования** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Назначение защитной пленки (пелликла) и требования к ней** **Виды дефектов фоторезистивной маски, возникающих при выполнении процесса совмещения и экспонирования** **Параметры процессов экспонирования фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Виды дефектов фоторезистивной маски, возникающих при выполнении процесса совмещения и экспонирования** **Виды дефектов фоторезистивной маски, возникающих при выполнении процесса совмещения и экспонирования** **Параметры процессов экспонирования фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Межоперационное время хранения пластин, используемых для производства изделий микроэлектроники** **Требования охраны труда при работе на участке фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники** **Нормативно-техническая и технологическая документация проведения процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Физико-химические основы процесса фотолитографии с**	За каждый правильный ответ – 1 балл,	Задание 14, 17-21, 34, 39 с выбором ответа

проектными нормами выше 0,6 мкм **Свойства химических материалов, используемых для проведения процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Основы системы менеджмента качества** **Порядок оказания первой помощи пострадавшему на производстве**		
З к А/03.4: **Межоперационное время хранения пластин, используемых для производства изделий микроэлектроники** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Режимы проявления слоя фоторезиста на поверхности пластин** **Сроки годности и условия хранения проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Требования охраны труда при работе на оборудовании, используемом для проведения процессов проявления фоторезиста на поверхности пластин, необходимых для изготовления изделий микроэлектроники** **Физико-химические основы процесса фотолитографии** **Режимы проявления слоя фоторезиста на поверхности пластин** **Виды и свойства проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Сроки годности и условия хранения проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Физико-химические основы процесса фотолитографии** **Режимы проявления слоя фоторезиста на поверхности пластин** **Виды и свойства проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Правила электронно-вакуумной гигиены и правила работы в чистых помещениях** **Сроки годности и условия хранения проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Свойства химических материалов, используемых для проведения процесса фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники** **Режимы проявления слоя фоторезиста на поверхности пластин** **Режимы проявления слоя фоторезиста на поверхности пластин** **Нормативно-техническая и технологическая документация, используемая при проведении процессов фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники** **Виды и свойства проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Сроки годности и условия хранения проявителей, используемых при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Методы оценки качества проявления слоя фоторезиста**	За каждый правильный ответ – 1 балл,	Задание 8, 13, 16, 24, 29, 40 с выбором ответа.

на поверхности пластин, необходимых для изготовления изделий микроэлектроники **Нормативно-техническая и технологическая документация, используемая при проведении процессов фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники** **Требования охраны труда при работе на оборудовании, используемом для проведения процессов проявления фоторезиста на поверхности пластин, необходимых для изготовления изделий микроэлектроники** **Требования технологической и контрольной карты на процесс фотолитографии и порядок действий при выявлении отклонений параметров фоторезистивной маски** **Основы системы менеджмента качества** **Порядок оказания первой помощи пострадавшему на производстве**		
З к С/01.4: **Нормы контроля параметров технологических процессов фотолитографии изделий микроэлектроники (величина контролируемого линейного размера, точность совмещения слоев структуры, доза облучения, время проявления, толщина слоя фоторезиста, уровень дефектности)** **Нормативно-техническая и технологическая документация по работе на автоматизированном оборудовании и проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Нормативно-техническая и технологическая документация по работе на автоматизированном оборудовании и проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Требования технологической документации к контролируемым параметрам фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Требования технологической документации к контролируемым параметрам фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Параметры технологических процессов формирования фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Требования технологической документации к контролируемым параметрам фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Параметры контроля фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Требования технологической документации к контролируемым параметрам фоторезистивной маски при изготовлении изделий микроэлектроники** **Правила работы на автоматизированном технологическом оборудовании**	За каждый правильный ответ – 1 балл	Задание 22, 23, 25-27, 35, 37, 38 с выбором ответа.
З к С/02.4: **Требования нормативно-технической и технологической документации к контролируемым параметрам микроэлектронной продукции** **Критерии несоответствия микроэлектронной продукции требованиям технологической документации** **Виды дефектов при формировании фоторезистивной маски изделий микроэлектроники** **Виды дефектов при формировании фоторезистивной маски изделий микроэлектроники** **Требования нормативно-технической и**	За каждый правильный ответ – 1 балл	Задание 28, 30-33, 36 с выбором ответа.

технологической документации к контролируемым параметрам микроэлектронной продукции **Критерии несоответствия микроэлектронной продукции требованиям технологической документации** **Виды, причины и методы устранения несоответствий процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Порядок действий при выявлении несоответствующей микроэлектронной продукции Критерии несоответствия микроэлектронной продукции требованиям технологической документации** **Виды, причины и методы устранения несоответствий процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Порядок действий при выявлении несоответствующей микроэлектронной продукции** **Последовательность технологических операций при проведении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники** **Порядок действий при выявлении несоответствующей микроэлектронной продукции** **Причины и порядок проведения внеплановой аттестации оборудования для проведения процессов фотолитографии**		

Общая информация по структуре заданий для теоретического этапа профессионального экзамена:

количество заданий с выбором ответа: ____40____;

количество заданий с открытым ответом: _____0_____;

количество заданий на установление соответствия: _____0_____;

количество заданий на установление последовательности: _____1_____;

время выполнения заданий для теоретического этапа экзамена: _____2 час_____.

6. 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	Тип и N задания
1	2	3
A/01.4; Проведение технологического процесса нанесения слоя фоторезиста на поверхность пластин при изготовлении изделий микроэлектроники на неавтоматизированном оборудовании.	Перед нанесением фоторезиста проведена обработка ГМДС.	Задание 1 на выполнение трудовых функций в модельных условиях
	После операции «Совмещение и экспонирование» проведена постэкспозиционная термообработка.	
C/02.4 Выполнение действий при выявлении технологических	Определена причина несоответствия	Задание 2

несоответствий, возникающих при проведении процессов фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники	В плане по устранению причин несоответствия обозначена реставрация	на выполнение трудовых функций в модельных условиях.
	В плане по устранению причин несоответствия обозначен повторный оптический контроль	

7. Материально-техническое обеспечение оценочных мероприятий:

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

Помещение:	Учебная аудитория
Оборудование:	Персональный компьютер, подключенный к принтеру с установленной операционной системой Windows и специальным программным комплексом для проведения теоретического экзамена, канцелярские принадлежности (офисная бумага, ручки).
Инструменты:	Особых требований нет
Расходные материалы:	Особых требований нет
Норма времени:	2 часа

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

Помещение:	Учебная аудитория
Оборудование:	Особых требований нет
Инструменты:	Персональный компьютер с пакетом Microsoft Office, канцелярские принадлежности (офисная бумага, ручки, калькулятор).
Расходные материалы:	Особых требований нет
Норма времени:	1 час

8. Кадровое обеспечение оценочных мероприятий:

1) Высшее образование.

2) Инженер, опыт работы не менее 5 лет в должности и (или) выполнения работ (услуг) в области разработки технологии производства наноразмерных приборов и интегральных схем, не ниже 6 уровня квалификации.

3) Подтверждение прохождение обучения по ДПП, обеспечивающего освоение:

а) знаний:

- нормативно-правовых актов 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.

9. Требования безопасности к проведению оценочных мероприятий (при необходимости): проведение инструктажа на рабочем месте.

10. Задания для теоретического этапа профессионального экзамена:

Задание 1

Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: что такое фотолитография?

1. Это процесс переноса, заданного изображения на поверхность пластины.

2. Это процесс травления диэлектрических слоёв.

3. Это процесс напыления металлических слоёв.

4. Это процесс термического отжига.

5. Это процесс создания легированных областей.

Задание 2

Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: для чего в микроэлектронном производстве необходимы чистые помещения?

1. Для минимизации воздействия человека на продукцию.

2. Для минимизации воздействия атмосферы на продукцию.

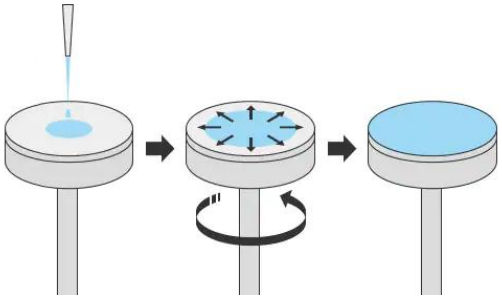
3. Для минимизации воздушно-молекулярных загрязнений на продукцию.

4. Варианты 1, 2, 3.

5. Варианты 1, 3.

Задание 3

Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: как называется способ нанесения материала, изображённый на картинке, представленной ниже:



1. Окунание.

2. Аэрозольное распыление.

3. Центрифугирование.

4. Обволакивание.

5. Раскатка.

Задание 4

Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: что следует сделать, если нужно увеличить толщину фоторезиста, наносимого методом центрифугирования?

1. Увеличить скорость вращения центрифуги.

2. Уменьшить скорость вращения центрифуги.

3. Заменить центрифугу.

4. Ничего делать не нужно, т.к. скорость вращения центрифуги не влияет на толщину фоторезиста.

5. Вызвать наладчика.

Задание 5

Выберите из предложенного перечня правильный вариант ответа на вопрос: что является дефектом при визуальном контроле?

1. Инородная частица, лежащая на поверхности пластины.

2. Царапина на обратной стороне пластины.

3. Знаки совмещения на скрайберной дорожке.

4. Варианты 1, 2.

5. Варианты 1, 2, 3.

Правила обработки результатов теоретического этапа профессионального экзамена и принятия решения о допуске (отказе в допуске) к практическому этапу профессионального экзамена:

результат прохождения теоретического этапа профессионального экзамена определяется как сумма баллов, полученная соискателем за каждое теоретическое задание из 30 заданий (максимально 30 баллов). Теоретический этап профессионального экзамена считается пройденным положительно при количестве набранных соискателем баллов – 21 и более.

Решение о допуске к практическому экзамену принимается при количестве набранных соискателем баллов более либо равным 21.

11. Задания для практического этапа профессионального экзамена

а) задание на выполнение трудовых функций, трудовых действий в реальных или модельных условиях:

трудовая функция:

A/01.4; Проведение технологического процесса нанесения слоя фоторезиста на поверхность пластин при изготовлении изделий микроэлектроники на неавтоматизированном оборудовании

трудовое действие (действия):

Принятие решения о дальнейшей обработке пластин в соответствии с требованиями технологической документации по изготовлению изделий микроэлектроники

Задание 1:

Ознакомьтесь с перечнем операций технологического процесса фотолитографии. (Источник 1).

Определите и правильно расставьте последовательность обработки партии на участке фотолитографии.

Сохраните в компьютере файл, назвав его своей фамилией.

Заключение

Отметка	Балл	Дата	Эксперт
Общая оценка за выполнение практического задания № 1			

трудовая функция:

С/02.4 Выполнение действий при выявлении технологических несоответствий, возникающих при проведении процессов фотолитографии при изготовлении изделий микроэлектроники

трудовое действие (действия):

Выявление видов несоответствия обрабатываемой продукции требованиям технологической карты при выполнении процессов фотолитографии изделий микроэлектроники (дефектность, отклонения линейного размера, рассовмещение слоев, недопроявление).

Задание 2:

Ознакомьтесь с представленным на фото несоответствием (Источник 2), выявленным при проведении оптического контроля сформированной фоторезистивной маски. Опишите в чём выражено несоответствие и составьте план по его устранению.

Сохраните в компьютере файл, назвав его своей фамилией.

13. Правила обработки результатов профессионального экзамена и принятие решения о соответствии квалификации соискателя требованиям квалификации

Положительное решение о соответствии квалификации соискателя требованиям к квалификации по квалификации «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники 4 разряда» (4 уровень квалификации) принимается при общем количестве набранных соискателем баллов - 25 и более.

14. Перечень нормативных правовых и иных документов, использованных при подготовке комплекта оценочных средств

1. Федеральный закон № 238 «О независимой оценке квалификации»;
2. Постановление Правительства Российской Федерации № 1204 от 16 ноября 2016 г. «Об утверждении Правил проведения центром оценки квалификаций независимой оценки квалификации в форме профессионального экзамена»;
3. Приказ Минтруда России № 759н от 19 декабря 2016 г. «Об утверждении требований к центрам оценки квалификаций и Порядка отбора организаций для наделения их полномочиями по проведению независимой оценки квалификации и прекращения этих полномочий»;
4. Приказ Минтруда России № 601н от 1 ноября 2016 г. «Об утверждении Положения о разработке оценочных средств для проведения независимой оценки квалификации».
5. Профессиональный стандарт «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники», Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от «21» марта 2022 г. №147н.
6. Реестр профессиональных квалификаций НАРК.
1. ОСТ 11 14.3302-87 Изделия электронной техники. Общие технические требования электронной гигиены к чистым помещениям;
2. ОСТ 11 20.9926-99 Микросхемы интегральные. Требования к элементам производства. Сертификация системы качества и производства;
3. ОСТ В 11 0998-99 Микросхемы интегральные. Общие технические условия;
4. ОСТ 11 14.1012-99 «Микросхемы интегральные. Технические требования к технологическому процессу. Система и методы операционного контроля»
5. ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации;
6. РД 11 0236-85 Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые. Форма сопроводительной документации в процессе производства;
7. СТО РКВТ-8.12-2019 Метрологическое обеспечение;