

ПРИМЕР
ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**Инженер-технолог по моделированию наногетероструктурных
сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем и
технологических операций их изготовления**

(7 уровень квалификации)

Содержание

1. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ	3
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА	3
3. ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА	4
4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАПОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА	6
5. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	7
6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	8

1. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ

1.1. Наименование и уровень квалификации: Инженер-технолог по моделированию наногетероструктурных сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем и технологических операций их изготовления (7 уровень квалификации)

1.2. Номер квалификации: 40.00700.01

1.3. Профессиональный стандарт: «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»

Регистрационный номер: 26,

Дата приказа: 03.02.2014,

Номер приказа: 69н.

1.4. Вид профессиональной деятельности по реестру профессиональных стандартов:
40.007 Производство интегральных схем, микросборок и микромодулей

1.5. Перечень трудовых функций:

A/04.7 Моделирование наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых интегральных схем, в том числе сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).

A/05.7 Подготовка технического задания на разработку маршрутных и операционных карт производства сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем на основе разработанной конструкторской документации, документации на отработанные технологические процессы и данных моделирования.

B/01.7 Разработка комплекта технологической документации для производства сверхвысокочастотных монолитных интегральных схем на основе технического задания и нормативной документации.

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

1. Документ, подтверждающий наличие высшего образования не ниже уровня специалитета и магистратуры. по одному из направлений: «Электроника и микроэлектроника»; «Электроника и наноэлектроника»; «Нанотехнологии и микросистемная техника»; «Физическая электроника».

ИЛИ.

1. Документ, подтверждающий наличие высшего образования не ниже специалитета и магистратуры.

2. Документ о профессиональной переподготовке, подтверждающий освоение искомой квалификации.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА

2.1. Спецификация заданий для теоретического этапа профессионального экзамена:

№ п/п	Знания, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки	Количество и типы заданий
1.	Знания основ физики гетероэпитаксиальных структур и приборов	<i>За каждый верный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов Максимально 22 балла</i>	<i>Три задания с выбором одного или нескольких ответом Одно задание на установление соответствия</i>
2.	Знания основ технологии МИС СВЧ	<i>За каждый верный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов Максимально 21 балл</i>	<i>Одно задание с открытым ответом Два задания с выбором одного или нескольких ответом</i>
3.	Знания технологии производства МИС СВЧ	<i>За каждый верный ответ – 1 балл, за неверный ответ – 0 баллов Максимально 44 балла</i>	<i>Одно задание на установление соответствия Четыре задания с выбором одного или нескольких ответом Три задания с открытым ответом</i>
ИТОГО		Максимум 87 баллов	Всего: 15 заданий в том числе: 9 с выбором одного или нескольких ответов, 4 с открытым ответом, 2 на установление соответствия

Время выполнения заданий для теоретического этапа профессионального экзамена: **120** минут.

Минимальное количество баллов для допуска к практическому этапу: **61** балл из **87** максимально возможных.

2.2. Примеры вопросов теоретического этапа

1. Сформулируйте основные технологические операции в технологии создания СЧВ МИС.

Впишите сформулированный перечень технологических операций в бланк ответа.

Бланк ответа

2. Для каких видов травления применяются процессы плазмохимического травления?

- 4.а. для травления слоев по маске фоторезиста
- 4.б. для анизотропного травления
- 4.в. для изотропного травления
- 4.г. для «мокрого» травления

3. Выберите из предложенного списка методов тестирования те, которые НЕ могут быть использованы для тестирования эпитаксиальных слоев наногетероструктур?

- 1. Метод SPV (измерение поверхностной фото-ЭДС).
- 2. Фотолюминесценция.
- 3. Метод СОСОС (измерение С-V характеристик оксида кремния и приповерхностной области Si/SiO₂) бесконтактным способом.
- 4. Спектрофотометрия отражённого брэгговского зеркала (БЗ).
- 5. Бесконтактный метод измерения проводимости (сопротивления).
- 6. Электрохимические профили травления.
- 7. Рентгенофазный и рентгеноструктурный анализ.
- 8. Поверхностный плазмонный резонанс.
- 9. Рентгеновская дифрактометрия.
- 10. Оптическая микроскопия.
- 11. Сканирующая зондовая микроскопия.
- 12. Вторично-ионная масс-спектрометрия.
- 13. Атомно-силовая микроскопия.

3. ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА

3.1. Спецификация заданий для практического этапа профессионального экзамена

Положения профессионального стандарта: трудовые функции, трудовые действия, умения в соответствии с требованиями к квалификации	Критерии оценки
Практическое задание №1	
А/04.7 Моделирование наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем	1. Методики для контроля параметров, соответствуют заданным параметрам транзисторов (активных элементов СВЧ МИС). 2. Указаны дополнительные параметры для корректной работы схемы.

<p>моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD).</p> <p>А/05.7 Подготовка технического задания (ТЗ) на разработку маршрутных и операционных карт производства МИС СВЧ на основе разработанной конструкторской документации (КД), документации на отработанные технологические процессы (ТП) и данных моделирования.</p> <p>В/01.7 Разработка комплекта технологической документации для производства МИС СВЧ на основе ТЗ и нормативной документации.</p>	<p>3. Методики тестирования позволяют измерить значения заданных параметров.</p> <p>4. Схемотехническое решение позволяет выполнить задание</p>
---	---

3.2. Типовые задания для практического этапа профессионального экзамена

3.2.1. Изучите технические требования к МИС СВЧ.

Перечислите методы моделирования, применяемые для контроля заданных параметров СВЧ МИС, дополните список указанных в технических требованиях параметров, необходимых для корректной работы СВЧ МИС.

Опишите конструкции анализов, позволяющие охарактеризовать приведенные в Источнике 1 параметры СВЧ МИС с помощью выбранных методик тестирования.

Предложите и обоснуйте схемотехническое решение, соответствующее наилучшему показателю широкополосности. Заполните бланк.

Максимально допустимое время выполнения практического задания: 4 часа.

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

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

помещение, оборудованное рабочим местом, калькулятором и компьютером с монитором, Помещение: учебная аудитория.

Оборудование: персональный компьютер, подключенный к принтеру с установленной операционной системой Windows, офисными программами, выход в интернет, канцелярские принадлежности (офисная бумага, ручки).

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

Помещение:	Лабораторный кабинет
Оборудование:	Особых требований нет
Инструменты:	Пакет MSOffice, Autocad
Расходные материалы:	Особых требований нет
Доступ к дополнительным инструкциям и справочным материалам:	Свободный доступ: к архивам журналов IEEE, к журналам издательства Elsevier, к справочнику «Handbook on semiconductor parameters», к справочным данным параметров

	полупроводников (http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/), к сайту крупнейшего производителя измерительного оборудования Keysight (www.keysight.com)
--	--

5. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Результаты профессионального экзамена принимает экспертная комиссия в составе не менее трех экспертов.

К экспертам предъявляются следующие требования:

1. Наличие высшего образования.
2. Опыт работы не менее 7 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 дополнительным профессиональным программам, обеспечивающим освоение:
 - а) знаний:
 - нормативные правовые акты 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 (не менее 2-х человек);

5. Отсутствие ситуации конфликта интереса в отношении конкретных соискателей.

**6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНОЧНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ**

Проведение обязательного инструктажа на рабочем месте