

ПРИМЕР
ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Инженер-технолог по моделированию технологических модулей и
процессов для производства микро- и наноразмерных
электромеханических систем»
(6 уровень квалификации)**

Содержание

1. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ	3
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА	3
3. ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА	7
4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ЭТАПОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА.....	9
5. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	9
6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	10

1. СВЕДЕНИЯ О КВАЛИФИКАЦИИ

1.1. Наименование и уровень квалификации: Инженер-технолог по моделированию технологических модулей и процессов для производства микро- и наноразмерных электромеханических систем (6 уровень квалификации)

1.2. Номер квалификации: 29.00800.01.

1.3. Профессиональный стандарт: «Специалист по технологии производства микро- и наноразмерных электромеханических систем».

Регистрационный номер: 852,

Дата приказа: 15.09.2016,

Номер приказа: 520н.

1.4. Вид профессиональной деятельности по реестру профессиональных стандартов: 29.008 Технология производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.

1.5. Перечень трудовых функций:

A/01.6 Анализ конструкций и технологий изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем по существующим источникам информации.

A/02.6 Определение этапов изготовления электромеханической системы, формирование перечня оборудования и последовательности необходимых для ее изготовления технологических модулей и единичных операций.

A/03.6 Моделирование и расчет требуемых входных и выходных параметров технологических операций.

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

1. Документ, подтверждающий наличие высшего образования не ниже уровня бакалавриата. по одному из направлений: «Электроника и микроэлектроника»; «Электроника и наноэлектроника»; «Конструирование и технология электронных средств»; «Материаловедение и технологии материалов» «Нанотехнологии и микросистемная техника».

ИЛИ.

1. Документ, подтверждающий наличие высшего образования не ниже уровня бакалавриата.

2. Документ о профессиональной переподготовке по профилю подтверждаемой квалификации.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП ЭКЗАМЕНА

2.1. Спецификация заданий для теоретического этапа профессионального экзамена:

№ п/п	Знания (З), умения (У) в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие	Критерии оценки	Количество и типы заданий
-------	--	-----------------	---------------------------

	которым проводится оценка квалификации		
1.	3. Структура существующих конструкций и технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Восемь заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление последовательности</i>
2.	3. Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание на установление соответствия</i>
3.	3. Характеристики продукции лидеров в области производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
4.	3. Базовые технологические процессы, оборудование и маршруты изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
5.	3. Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
6.	3. Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
7.	3. Методики проектирования сложных микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
8.	3. Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
9.	3. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
10.	3. Базовые принципы функционирования и конструкции типовых микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
11.	3. Основы материаловедения	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
12.	3. Основы микромеханики и сопромата	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
13.	3. Принципы работы и возможности оборудования, используемого при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>

14.	3. Базовые технологические процессы и маршруты изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Три задания с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление последовательности
15.	3. Физико-химические процессы, заложенные в основу базовых технологических операций, основные входные и выходные параметры технологических операций, используемых при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
16.	3. Основные свойства материалов, используемых в типовых конструкциях микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
17.	3. Методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых при проектировании микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
18.	3. Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
19.	3. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
20.	3. Основные программные комплексы, используемые для моделирования технологических процессов и маршрутов создания микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
21.	3. Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
22.	3. Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
23.	3. Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление последовательности
24.	3. Методики и приемы научного исследования	1 балл за верный ответ	Пять заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов
25.	3. Базовые технологические процессы, оборудование и маршруты изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов

26.	3. Научные направления развития разработки, производства и применения микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
27.	3. Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Семь заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление последовательности
28.	3. Методики расчета экономической эффективности технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
29.	3. Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники	1 балл за верный ответ	Одно задание открытого типа
30.	3. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
ИТОГО		Максимум 40 баллов из выборки в 40 вопросов	Всего: 60 заданий в том числе: 54 с выбором ответа, 1 задание с открытым ответом 1 задание на установление соответствия 4 задания на установление последовательности

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

Минимальное количество баллов для допуска к практическому этапу: **35 баллов из 40 возможных.**

2.2. Примеры вопросов теоретического этапа

1. Проставьте в таблицу номера операций в правильной последовательности

Установите последовательность выполнения технологических операций и процессов при формировании микромеханической мембраны

1	2	3	4	5	6	7

A. фотолитография

- B. нанесение основного материала мембраны (нитрида кремния)
- C. формирование слоя оксида кремния
- D. жидкостное анизотропное травление кремния
- E. нанесение материала маски для сухого травления нитрида кремния
- F. формирование маски плазмохимическим травлением
- G. удаление оксида в буферном травителе

2. Выберите и обведите все верные варианты ответа.

Типовой маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем включает в себя:

- 1. очистку подложки
- 2. разделение подложки на отдельные кристаллы
- 3. контроль электрических параметров
- 4. прототипирование
- 5. микролитографию
- 6. посадку кристалла в корпус
- 7. осаждение функциональных слоев
- 8. травление функциональных слоев

3. Запишите ответ в поле ответа

Напишите перевод на английский язык термина «ионно-лучевое травление»

Ответ _____

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	
A/01.6 Анализ конструкций и технологий изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем по существующим источникам информации	Для задания 1 варианта 1. Определен физический принцип в соответствии с заданием 2. Указаны характерные (проводящие /диэлектрические/ отражающие) свойства для всех слоев электромеханической схемы в соответствии с заданием 3. Указано назначение каждого слоя в соответствии с заданием Для задания 2 варианта: 1. В соответствии с заданием определена последовательность технологических операций

	изготовления микроэлектромеханических систем
Практическое задание №2	
А/02.6 Определение этапов изготовления электромеханической системы, формирование перечня оборудования и последовательности необходимых для ее изготовления технологических модулей и единичных операций	1 Указаны все этапы формирования изделия в соответствии с заданием 2 Указаны все технологические процессы изготовления изделия в соответствии с техническим заданием
Практическое задание №3	
А/03.6 Моделирование и расчет требуемых входных и выходных параметров технологических операций	1 Указаны все наименования операций по группам указанным в задании согласно маршрутной карте 2 Указаны номера операций по группам, указанным в задании согласно маршрутной карте этапы формирования изделия в соответствии с заданием

3.2. Типовые задания для практического этапа профессионального экзамена

3.2.1. На Вашем предприятии планируется выпуск микроэлектромеханического зеркала. Технический эскиз представлен. Укажите физический принцип, заложенный в конструкцию электромеханической системы, свойства и назначение каждого слоя

Заполните бланк

Максимальное время выполнения задания: 20 минут;

3.2.2. Ваше предприятие планирует выпускать акселерометры, схема указана. Укажите в бланке основные 3 этапа изготовления акселерометра и базовые технологические процессы, которые будут использованы

Максимальное время выполнения задания: 20 минут.

3.2.3. Разбейте технологические операции из приложенной тестовой маршрутной карты на изготовление микроэлектромеханического гироскопа (приложение 2) по следующим группам (в таблице могут быть указаны группы, относящихся к которым технологических операций нет в маршрутной карте) указанным в бланке

Бланк

Группа	Наименование операции в маршрутной карте	Номер операции в маршрутной карте
жидкостных химических процессов		
плазменных химических процессов		
фотолитографии		

Диффузии и ионной имплантация		
контрольные		
прочие		

Максимальное время выполнения задания: 20 минут.

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

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

контрольно-оценочные мероприятия проводятся в помещении, оборудованном рабочими местами и персональными техническими компьютерными средствами с подключением к информационно - телекоммуникационной сети. Соискателю предоставляется возможным выполнить задание в электронном виде на персональном компьютерном средстве, или в письменном виде.

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

контрольно-оценочные мероприятия проводятся в помещении, оборудованном рабочими местами и персональными техническими компьютерными средствами с подключением к информационно - телекоммуникационной сети. Соискателю предоставляется возможным выполнить задание в электронном виде на персональном компьютерном средстве, или в письменном виде.

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 5 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