

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

**Инженер-технолог по разработке технологической документации и  
технологического маршрута на изготовление микро- и наноразмерных  
электромеханических систем**  
**(7 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 разработке технологической документации и технологического маршрута на изготовление микро- и наноразмерных электромеханических систем (7 уровень квалификации)

**1.2. Номер квалификации:** 29.00800.02.

**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:

V/01.6 Разработка методик аттестации технологических процессов, методик входного и выходного межоперационного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем.

V/02.6 Составление операционных и маршрутных технологических карт.

V/03.6 Разработка регламентов мероприятий по анализу и устранению причин брака.

C/01.7 Разработка и утверждение технического задания на разработку маршрута и комплекта технологической документации.

C/02.7 Экспериментальная проверка процессов, микро-маршрутов и объединение их в общий маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.

C/03.7 Формирование и утверждение комплекта технологической документации на маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.

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

1. Документ, подтверждающий наличие высшего образования не ниже уровня магистратуры (специалитета), по одному из направлений (специальностей): «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 магистратуры (специалитета)

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 которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки	Количество и типы заданий
1.	3. Методы измерения параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Восемь заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление последовательности
2.	3. Методы контроля операционных параметров технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
3.	3. Методы исследования характеристик функциональных элементов и слоев микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление соответствия
4.	3. Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники	1 балл за верный ответ	Три задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
5.	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
6.	3. Требования стандартов по разработке документации на составление операционных и маршрутных технологических карт	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
7.	3. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
8.	3. Основное технологическое оборудование и принципы его работы	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
9.	3. Принципы выбора технологического оборудования и технологической оснастки	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
10.	3. Типовые технологические режимы операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Задание на установление последовательности
11.	3. Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов

12.	3. Методики расчета норм времени технологических операций	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
13.	3. Технологические факторы, влияющие на точность выполнения операций	1 балл за верный ответ	Пять заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов
14.	3. Требования к формату и порядку оформления операционных карт на процессы, маршрутных карт изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Три задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
15.	3. Требования единой системы технологической документации и единой системы технологической подготовки производства	1 балл за верный ответ	Три задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
16.	3. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям, основное технологическое оборудование и принципы его работы	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
17.	3. Технологические факторы, влияющие на точность выполнения операций, принципы выбора технологического оборудования и технологической оснастки, типовые технологические режимы операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
18.	3. Технологические стандарты и регламенты организации по производству микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
19.	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
20.	3. Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
21.	3. Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
22.	3. Базовые технологические процессы, оборудование и маршруты изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	1 балл за верный ответ	Четыре задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
23.	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
24.	3. Методика проектирования сложных технических систем (схема - конструкция - технология)	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
25.	3. Методики расчета экономической эффективности технологических процессов	1 балл за верный	Три задания с выбором одного или нескольких

		<i>ответ</i>	<i>правильных ответов</i>
26.	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>
27.	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>
28.	3. Требования к формату и порядку оформления операционных карт на процессы, маршрутных карт изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
29.	3. Стандарты организации по производству микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
30.	3. Регламенты документооборота организации по производству микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
31.	3. Требования единой системы технологической документации и единой системы технологической подготовки производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
32.	3. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям, основное технологическое оборудование и принципы его работы	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание на установление соответствия</i>
<b>ИТОГО</b>		<b><i>Максимум 40 баллов из выборки в 40 вопросов</i></b>	<b><i>Всего: 60 заданий в том числе: 56 с выбором ответа, 2 задание на установление соответствия 2 задания на установление последовательности</i></b>

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. Дополните определение и запишите ответ в поле ответа**

\_\_\_\_\_ - описание технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах

Ответ \_\_\_\_\_

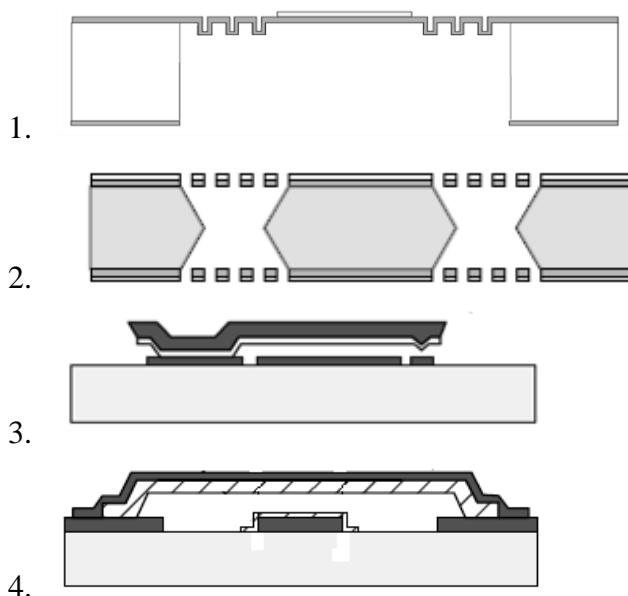
**2. Выберите и обведите один верный вариант ответа.**

MES-системы предназначены для

1. оптимизации сбора, анализа, возврата и отчетности лабораторных данных
2. решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства
3. проектирования ЭКБ на предприятии
4. анализа данных отклонения от норм производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

**3. Выберите и обведите все верные варианты ответа**

Микромеханическими ключами являются конструкции:



**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
<b>Практическое задание №1</b>	
<b>В/01.6 Разработка методик аттестации технологических процессов, методик входного и выходного межоперационного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических</b>	Критерии оценки для варианта 1 1 Толщина пленки рассчитана в соответствии с заданием Критерии оценки для варианта 2 1 Длина волны излучения рассчитана в соответствии с заданием

<b>систем</b>	
<b>Практическое задание №2</b>	
<b>В/02.6 Трудовая функция: Составление операционных и маршрутных технологических карт.</b> <b>Трудовые действия: Составление маршрутного, операционного и маршрутно-операционного описаний</b> <b>С/03.7 Формирование и утверждение комплекта технологической документации на маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем</b> <b>Трудовые действия: Разработка маршрутных технологических карт изготовления (рабочих партий, нерабочих пластин (например, для аттестации, реставрации))</b>	1. Заполненные поля маршрутной карты соответствуют данным о технологическом маршруте изготовления 2. Служебные символы соответствуют ГОСТ 3.1118
<b>Практическое задание №3</b>	
<b>В/03.6</b> <b>Трудовые функции: Разработка регламентов мероприятий по анализу и устранению причин брака</b> <b>Трудовые действия: Определение общих причин отклонений параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем</b> <b>С/02.7</b> <b>Трудовые функции: Экспериментальная проверка процессов, микро-маршрутов и объединение их в общий маршрут изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем</b> <b>Трудовые действия: Анализ и определение причин отклонения параметров от заданных</b>	1. Оценка термомеханических характеристик соответствует условиям задания

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

**3.2.1.** На поверхность стекла для устранения отражения света нанесена тонкая плёнка оксида кремния. Длина волны падающего света 0,25 мкм, угол падения 45°. Рассчитать толщину плёнки. Запишите ответ

**Максимальное время выполнения задания: 20 минут;**

**3.2.2.** На Вашем предприятии планируют выпуск микроэлектромеханического гироскопа, используя маршрутную карту.

Составьте часть технологического маршрута формирования микромеханического гироскопа и внесите в бланк данные из маршрутной карты об основных обозначениях, используемых в карте, предприятии, разработчиках, технологических операциях и используемом оборудовании.

**Максимальное время выполнения задания: 20 минут.**



**3.2.3.** Оцените механические напряжения плёнки хрома, нанесённой на кремниевую подложку методом магнетронного осаждения при температуре 1000 °С, вызванные разницей температурных коэффициентов линейного расширения плёнки и подложки. Как изменятся механические напряжения, если процесс формирования плёнки проводить при температуре 200 °С?

**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