

ПРИМЕР
ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Инженер по разработке и моделированию физического прототипа микро-
и наноразмерных электромеханических систем»**

(6 уровень квалификации)

Фонд оценочных средств
Совета по профессиональным квалификациям в нанотехнологиях
Москва 2018

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.....	8
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 по разработке и моделированию физического прототипа микро- и наноразмерных электромеханических систем (6 уровень квалификации)

1.2. Номер квалификации: 29.00700.02.

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

Регистрационный номер: 851,

Дата приказа: 15.09.2016,

Номер приказа: 521н.

1.4. Вид профессиональной деятельности по реестру профессиональных стандартов:
29.007 Проектирование и разработка устройств, приборов на основе микро- и наноразмерных электромеханических систем.

1.5. Перечень трудовых функций:

C/01.6 Определение возможных вариантов физической реализации микромеханических компонентов микроэлектромеханической системы

C/02.6 Интеграция топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства

C/03.6 Физическая верификация топологического представления всей микроэлектромеханической системы

C/04.6 Моделирование и анализ результатов термоэлектромеханического, оптического, жидкостного, электромагнитного, электрического и технологического моделирования микроэлектромеханической системы

C/05.6 Уточнение параметров поведенческих моделей электромеханических и сопряженных подсистем схемы, а также типовых радиоэлементов

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»; «Нанотехнологии и микросистемная техника»; «Информатика и вычислительная 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 которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки	Количество и типы заданий
1.	3. Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования	1 балл за верный ответ	Шесть заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание открытого типа
2.	3. Методы проектирования топологии элементов микросистем	1 балл за верный ответ	Одно задание на установление последовательности
3.	3. Основы микросистемной техники	1 балл за верный ответ	Три задания с выбором одного или нескольких правильных ответов Одно задание на установление соответствия.
4.	3. Полупроводниковая схемотехника	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
5.	3. Основы технологии микро- и наносистем	1 балл за верный ответ	Семь заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов
6.	3. Маршрут проектирования электронной компонентной базы	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
7.	3. Основы топологического проектирования интегральных схем	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
8.	3. Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем	1 балл за верный ответ	Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов
9.	3. Особенности проектирования топологии аналоговых устройств	1 балл за верный ответ	Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов
10.	3. Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники	1 балл за верный ответ	Два задания открытого типа
11.	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
12.	3. Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых и цифровых блоков	1 балл за верный	Два задания на установление последовательности

		<i>ответ</i>	
13.	3. Методики экстракции паразитных элементов	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
14.	3. Математический анализ	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Три задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
15.	3. Маршрут проектирования изделий микроэлектроники	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов Два задания на установление последовательности</i>
16.	3. Методы проектирования топологии мембранных и балочных элементов микросистем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
17.	3. Основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области микросистемной техники	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
18.	3. Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
19.	3. Физическая основа процессов, протекающих при реализации микросистем, возможности и характеристики материалов, используемых в нанотехнологиях	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
20.	3. Физико-химические основы процессов, протекающих на границах раздела фаз в различных нано- и микросистемах	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
21.	3. Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
22.	У. Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
23.	У. Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
24.	У. Использовать технические библиотеки моделей электромеханических, оптических, микрожидкостных, сверхвысокочастотных и магнитомеханических компонентов	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
25.	3. Методы формального описания компонентов микро- и наносистем	<i>1 балл за верный</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких</i>

		<i>ответ</i>	<i>правильных ответов</i>
26.	3. Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
27.	3. Методы расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
28.	3. Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
29.	3. Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Одно задание с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
30.	3. Типовые технологические процессы формирования изделий микросистемной техники; их технологические ограничения	<i>1 балл за верный ответ</i>	<i>Два задания с выбором одного или нескольких правильных ответов</i>
ИТОГО		<i>Максимум 40 баллов из выборки в 40 вопросов</i>	<i>Всего: 60 заданий в том числе: 50 с выбором ответа, 3 задания с открытым ответом 2 задания на установление соответствия 5 заданий на установление последовательности</i>

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. Выберите и обведите один верный вариант ответа.

Технология поверхностной микромеханики включает:

1. вертикальное ионное травление
2. загонку и разгонку примеси
3. анизотропное травление кремния
4. глубокое анизотропное травление

2. Запишите перевод строчными буквами английского алфавита в поле ответа

Выполните перевод фразы «Технология поверхностной микромеханики» на английский язык

Ответ _____

3. Заполните таблицу.

Расположите этапы топологического проектирования СБИС в порядке реализации

1	2	3	4	5	6	7	8

- A. задание временных ограничений
- B. подключение к проекту технологических библиотек
- C. размещение стандартных ячеек библиотеки фабрики
- D. доработка проекта, согласно требованиям производства
- E. задание ограничений на расположение компонентов проекта
- F. размещение компонентов проекта и шин питания и «земли»
- G. импорт исходного списка цепей
- H. трассировка сигнальных цепей

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	
C/04.6 Трудовая функция: Моделирование и анализ результатов термоэлектромеханического, оптического, жидкостного, электромагнитного, электрического и технологического моделирования микроэлектромеханической системы Трудовые действия: Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах	Соответствие результата выполнения задания установленному «модельному ответу»
Практическое задание №2	
C/04.6 Трудовая функция: Моделирование и анализ результатов термоэлектромеханического, оптического, жидкостного, электромагнитного, электрического и технологического моделирования микроэлектромеханической системы. Трудовые действия: Моделирование процессов функционирования чувствительных элементов микроэлектромеханической системы	Соответствие результата выполнения задания установленному «модельному ответу»

различных типов.	
Практическое задание №3	
С/05.6 Трудовая функция: Уточнение параметров поведенческих моделей электромеханических и сопряженных подсистем схемы, а также типовых радиоэлементов. Трудовые действия: Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств	Соответствие результата выполнения задания установленному «модельному ответу»

3.2. Типовые задания для практического этапа профессионального экзамена

3.2.1. Вариант 1

Даны технические характеристики подвижной обкладки плоского емкостного (с переменным зазором x) преобразователя (микрореле)

Определить критическое напряжение $U_{кр}$ (залипания) подвижной обкладки плоского емкостного (с переменным зазором x) преобразователя (микрореле).

Максимальное время выполнения задания: 50 минут.

3.2.2. Даны технические характеристики подвижной гребенки планарного электромеханического преобразователя гребенчатого типа.

Определить смещение Δu подвижной гребенки планарного электромеханического преобразователя гребенчатого типа

Максимальное время выполнения задания: 50 минут.

3.2.3. Даны технические характеристики мембраны.

Определить постоянную времени τ охлаждения (нагрева)

Определить постоянную времени τ охлаждения (нагрева) области жесткого центра

Максимальное время выполнения задания: 50 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