



МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

П Р И К А З

15 сентября 2016г.

№ 521н

Москва

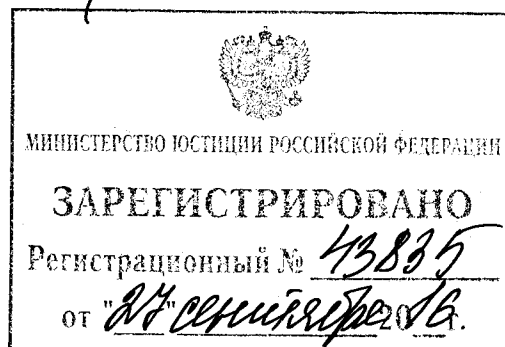
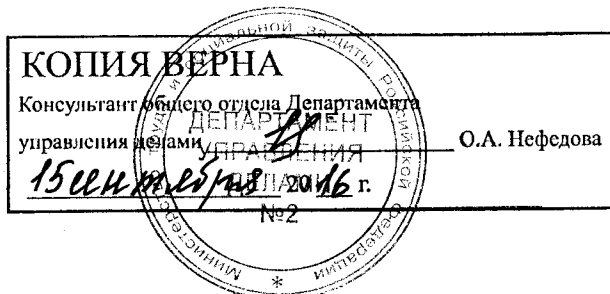
**Об утверждении профессионального стандарта
«Специалист по проектированию микро- и наноразмерных
электромеханических систем»**

В соответствии с пунктом 16 Правил разработки и утверждения профессиональных стандартов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 4, ст. 293; 2014, № 39, ст. 5266; 2016, № 21, ст. 3002), п р и к а з ы в а ю:

Утвердить прилагаемый профессиональный стандарт «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем».

Министр

М.А. Топилин



УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства
труда и социальной защиты
Российской Федерации
от «15» сентября 2016 г. № 521н

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем

851

Регистрационный номер

Содержание

| | |
|---|----|
| I. Общие сведения..... | 1 |
| II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)..... | 3 |
| III. Характеристика обобщенных трудовых функций..... | 6 |
| 3.1. Обобщенная трудовая функция «Разработка принципиальной электрической схемы микроэлектромеханической системы»..... | 6 |
| 3.2. Обобщенная трудовая функция «Моделирование, верификация и уточнение разработанной принципиальной схемы микроэлектромеханической системы»..... | 10 |
| 3.3. Обобщенная трудовая функция «Разработка физического прототипа микроэлектромеханической системы»..... | 13 |
| 3.4. Обобщенная трудовая функция «Разработка функционального описания и технического задания на разработку микроэлектромеханической системы»..... | 19 |
| 3.5. Обобщенная трудовая функция «Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на разработку микроэлектромеханической системы»..... | 23 |
| 3.6. Обобщенная трудовая функция «Разработка комплекта конструкторской и технической документации на микроэлектромеханическую систему»..... | 29 |
| IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта..... | 34 |

I. Общие сведения

Проектирование и разработка устройств, приборов на основе микро- и наноразмерных электромеханических систем

(наименование вида профессиональной деятельности)

29.007

Код

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Проектирование микро- и наноразмерных электромеханических систем и их элементов на поведенческом, схемотехническом и физическом уровнях описания

Группа занятий:

| | | | |
|-------------------------|----------------------|-----------|----------------|
| 2152 | Инженеры-электроники | - | - |
| (код ОКЗ ¹) | (наименование) | (код ОКЗ) | (наименование) |

Отнесение к видам экономической деятельности:

| | |
|---------|--|
| 26.11.3 | Производство интегральных электронных схем |
| 72.19.2 | Научные исследования и разработки в области технических наук |

(код ОКВЭД²) (наименование вида экономической деятельности)

II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

| Обобщенные трудовые функции | | Трудовые функции | | | |
|-----------------------------|--|----------------------|--|--------|-----------------------------------|
| код | наименование | уровень квалификации | наименование | код | уровень (подуровень) квалификации |
| А | Разработка принципиальной электрической схемы микроэлектромеханической системы | 6 | Определение возможных вариантов реализации электронных компонентов микромеханической системы | A/01.6 | 6 |
| | | | Выбор методов преобразования физических величин и поведенческих моделей электромеханических, оптических, сверхвысокочастотных, микржидкостных устройств и типовых радиоэлементов | A/02.6 | 6 |
| В | Моделирование, верификация и уточнение разработанной принципиальной схемы микроэлектромеханической системы | 6 | Разработка первичного варианта описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы | A/03.6 | 6 |
| | | | Разработка конечного варианта описания микроэлектромеханической системы на основе уточненных моделей элементов | A/04.6 | 6 |
| С | Разработка физического прототипа микроэлектромеханической системы | 6 | Моделирование принципиальных схем микроэлектромеханической системы и цифровых схем управления | B/01.6 | 6 |
| | | | Анализ и верификация результатов моделирования принципиальных схем микроэлектромеханической системы, выработка решения об уточнении первичного варианта описания | B/02.6 | 6 |
| С | Разработка физического прототипа микроэлектромеханической системы | 6 | Определение возможных вариантов физической реализации микромеханических компонентов микроэлектромеханической системы | C/01.6 | 6 |
| | | | Интеграция топологии представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства | C/02.6 | 6 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|--------|---|
| | | | Физическая верификация топологического представления всей микроэлектромеханической системы | C/03.6 | 6 |
| | | | Моделирование и анализ результатов термозлектромеханического, оптического, жидкостного, электромагнитного, электрического и технологического моделирования микроэлектромеханической системы | C/04.6 | 6 |
| | | | Уточнение параметров поведенческих моделей электромеханических и сопряженных подсистем схемы, а также типовых радиоэлементов | C/05.6 | 6 |
| D | Разработка функционального описания и технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | 7 | Разработка функциональной блок-схемы микроэлектромеханической системы на основе первичного технического задания | D/01.7 | 7 |
| | | | Определение набора физических блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы | D/02.7 | 7 |
| | | | Разработка концепции тестирования микроэлектромеханической системы, включая кристалльное тестирование | D/03.7 | 7 |
| | | | Разработка технического задания на микроэлектромеханическую систему | D/04.7 | 7 |
| E | Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | 7 | Организация выполнения работ по проектированию микроэлектромеханической системы | E/01.7 | 7 |
| | | | Контроль первичных технических требований, выбор элементной базы и основных функциональных и конструктивных материалов | E/02.7 | 7 |
| | | | Адаптация поведенческих моделей элементов микроэлектромеханической системы с учетом физических ограничений | E/03.7 | 7 |
| | | | Контроль соблюдения требований технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | E/04.7 | 7 |
| F | Разработка комплекта конструкторской и технической | 7 | Организация разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки | F/01.7 | 7 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--------|---|
| | Документации на микроэлектромеханическую систему | | <p>микроэлектромеханической системы</p> <p>Руководство разработкой требуемого комплекта технических документов на микроэлектромеханическую систему</p> <p>Осуществление подготовки коммерческого функционального описания, инструкции по типовому использованию микроэлектромеханической системы</p> | F/02.7 | 7 |
| | | | | F/03.7 | 7 |

III. Характеристика обобщенных трудовых функций

3.1. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Разработка принципиальной электрической схемы микроэлектромеханической системы | Код | A | Уровень квалификации | 6 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|---------------------------------------|
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер-электроник по разработке схем |
|--|---------------------------------------|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – бакалавриат |
| Требования к опыту практической работы | - |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации ³ Инструктаж по охране труда ⁴ |
| Другие характеристики | Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации по профилю деятельности |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|--------|--|
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС ⁵ | - | Инженер |
| ОКПДТР ⁶ | 22824 | Инженер-программист |
| | 22827 | Инженер-проектировщик |
| | 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО ⁷ | 210100 | Электроника и микроэлектроника |
| | 210108 | Микросистемная техника |
| | 210600 | Нанотехнология |

3.1.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Определение возможных вариантов реализации электронных компонентов микроэлектромеханической системы | Код | A/01.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | |
|--------------------------------|----------|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Трудовые действия | Анализ возможности использования готовых решений банка знаний, аналогичных текущим требованиям |
| | Формирование набора возможных способов реализации чувствительных элементов и отдельных блоков микроэлектромеханической системы |
| | Разработка спецификации блоков микроэлектромеханической системы |
| | Определение окончательной архитектуры микроэлектромеханической системы |
| Необходимые умения | Формулировать технические требования к блокам микроэлектромеханической системы |
| | Разбивать функциональное и поведенческое описание микроэлектромеханической системы на практически используемые технические реализации и подблоки |
| | Программировать на языках высокого уровня |
| | Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования |
| | Проектировать электрические схемы обработки сигналов (аналоговых и цифровых) |
| | Осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы |
| Необходимые знания | Стандартные программные средства компьютерного моделирования |
| | Принципы построения и функционирования микроэлектромеханических устройств |
| | Интегральная микросхемотехника |
| | Математический анализ |
| | Теория цепей |
| | Датчики микросхемотехники |
| | Основы микросистемной техники |
| | Радиотехнические цепи и сигналы |
| | Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья | |
| Другие характеристики | - |

3.1.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Выбор методов преобразования физических величин и поведенческих моделей электромеханических, оптических, сверхвысокочастотных, микрожидкостных устройств и типовых радиоэлементов | Код | A/02.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

| | | | | |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Выбор методов преобразования физических величин |
| | Определение физических и математических моделей отдельных систем и подсистем |
| | Адаптация и доработка поведенческих моделей чувствительных элементов |
| | Разработка конструкций чувствительных элементов |
| Необходимые умения | Применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем |
| | Программировать на языках высокого уровня |
| | Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования |
| | Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| | Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области |
| Необходимые знания | Основы микросистемной техники |
| | Методы синтеза и исследования моделей |
| | Физические и математические модели приборов, схем, микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения |
| | Принципы построения и функционирования микроэлектромеханических устройств |
| | Основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области микросистемной техники |
| | Физическая основа процессов, протекающих при реализации микросистем |
| | Физико-химические основы процессов, протекающих на границах раздела фаз в различных нано- и микросистемах |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.1.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка первичного варианта описания микрорелемеханической системы на уровне принципиальной схемы | Код | A/03.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Трудовые действия | Разработка схмотехнических решений аналоговых субблоков, создание символьных представлений |
| | Графический схемный ввод элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы |
| | Построение списка соединений на основе графической электрической схемы |
| Необходимые умения | Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микрорелемеханической системы |
| | Использовать средства автоматизации схмотехнического проектирования |
| | Читать принципиальные электрические схемы |
| Необходимые знания | Система автоматизированного проектирования, система аналогового проектирования и моделирования |
| | Основы микросистемной техники |
| | Методы схмотехнического проектирования |
| | Радиотехнические цепи и сигналы |
| | Теория цепей |
| | Маршрут проектирования |
| | Интегральная микросхемотехника |
| | Основы полупроводниковой схмотехники |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья | |
| Другие характеристики | - |

3.1.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка конечного варианта описания микрорелемеханической системы на основе уточненных моделей элементов | Код | A/04.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|---|---|
| Трудовые действия | Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов |
| | Интеграция схмотехнических решений субблоков микроэлектромеханической системы в состав всего устройства |
| | Разработка и описание тестовых окружений для блоков микроэлектромеханической системы и устройства в целом |
| | Построение иерархической структуры из данных субблоков, представляющей всю микроэлектромеханическую систему в целом |
| Необходимые умения | Разрабатывать сложные блоки, выполняющие аналоговые функции |
| | Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем |
| | Учитывать влияние паразитных элементов |
| | Учитывать влияние помех и шумов |
| | Использовать средства автоматизации схмотехнического проектирования |
| | Программировать на языках высокого уровня |
| | Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования |
| Читать принципиальные электрические схемы | |
| Необходимые знания | Основы микросистемной техники |
| | Математический анализ |
| | Теория функции комплексной переменной |
| | Полупроводниковая микросхемотехника |
| | Аналоговая схмотехника, схмотехника импульсных схем |
| | Частотный анализ |
| | Конечные и комплексные ряды Фурье |
| | Маршрут проектирования |
| | Теория цепей |
| | Радиотехнические цепи и сигналы |
| | Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.2. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Моделирование, верификация и уточнение разработанной принципиальной схемы микроэлектромеханической системы | Код | В | Уровень квалификации | 6 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|---|
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер-электроник по моделированию и верификации |
|--|---|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – бакалавриат |
| Требования к опыту практической работы | Не менее одного года на инженерно-технических должностях в области проектирования микро- и нанoeлектронных устройств |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации Инструктаж по охране труда |
| Другие характеристики | Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации по профилю деятельности |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|--------|--|
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Инженер |
| ОКПДТР | 22824 | Инженер-программист |
| | 22827 | Инженер-проектировщик |
| | 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО | 210100 | Электроника и микроэлектроника |
| | 210108 | Микросистемная техника |
| | 210600 | Нанотехнология |

3.2.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Моделирование принципиальных схем микроэлектромеханической системы и цифровых схем управления | Код | В/01.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заемствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--------------------|--|
| Трудовые действия | Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализ потребляемой мощности и оценка площади |
| | Временной анализ функциональных блоков микроэлектромеханической системы с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования |
| Необходимые умения | Проводить оценку функциональных, статических, динамических, |

| | |
|-----------------------|---|
| | временных, частотных характеристик функциональных блоков микроэлектромеханической системы методом компьютерного моделирования |
| | Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей |
| | Проводить моделирование разработанного списка цепей |
| Необходимые знания | Методы и области применения типовой системы моделирования микросистем |
| | Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования |
| | Основы микросистемной техники |
| | Методы моделирования схем |
| | Теория цепей и сигналов |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.2.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Анализ и верификация результатов моделирования принципиальных схем микроэлектромеханической системы, выработка решения об уточнении первичного варианта описания | Код | V/02.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--------------------|--|
| Трудовые действия | Верификация функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока с применением средств автоматизации |
| | Формирование отчетов о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока |
| | Подготовка предложения о смене электрической схемы аналогового блока и коррекции первичного технического задания |
| | Статистический анализ и анализ «по углам» для определения правильности функционирования микроэлектромеханической системы при разбросе технологических параметров в период изготовления |
| Необходимые умения | Проводить верификацию аналоговых систем микроэлектромеханической системы |
| | Использовать средства функционального, аналогового моделирования |
| | Использовать средства обработки результатов моделирования электрических характеристик |
| | Проверять соответствие результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных |

| | |
|-----------------------|---|
| | характеристик и анализировать потребляемую мощность |
| | Выполнять временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования |
| Необходимые знания | Основы математической обработки результатов моделирования |
| | Методология проектирования аналоговых устройств средствами системы автоматизированного проектирования |
| | Элементная база цифровых интегральных схем |
| | Теория цепей и сигналов |
| | Математический анализ |
| | Численные методы |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.3. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Разработка физического прототипа микроэлектромеханической системы | Код | С | Уровень квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер-электроник по разработке прототипа |
|--|--|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – бакалавриат |
| Требования к опыту практической работы | Не менее двух лет на инженерно-технических должностях в области проектирования микро- и нанoeлектронных устройств |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации Инструктаж по охране труда |
| Другие характеристики | Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации по профилю деятельности |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|-------|--|
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Инженер |
| ОКПДТР | 22824 | Инженер-программист |

| | | |
|------|--------|--------------------------------|
| | 22827 | Инженер-проектировщик |
| | 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО | 210100 | Электроника и микроэлектроника |
| | 210108 | Микросистемная техника |
| | 210600 | Нанотехнология |

3.3.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Определение возможных вариантов физической реализации микромеханических компонентов микроэлектромеханической системы | Код | C/01.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|---|
| Трудовые действия | Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в ручном режиме |
| | Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков |
| | Разработка топологических чертежей чувствительных элементов микроэлектромеханической системы |
| | Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в автоматизированном режиме |
| | Разработка топологических чертежей микроэлектромеханической системы в целом |
| Необходимые умения | Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы |
| | Использовать программные средства топологического проектирования и моделирования |
| | Использовать методику аналогового и цифрового топологического проектирования и моделирования |
| | Использовать способы проверки проектов на соответствие техническому заданию |
| | Использовать средства автоматизации проектирования конструкции и топологии активных (чувствительных) элементов микроэлектромеханической системы |
| Необходимые знания | Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования |
| | Методы проектирования топологии элементов микросистем |
| | Основы микросистемной техники |
| | Полупроводниковая схемотехника |
| | Основы технологии микро- и наносистем |
| | Маршрут проектирования электронной компонентной базы |
| | Основы топологического проектирования интегральных схем |
| Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем | |

| | |
|-----------------------|--|
| | Особенности проектирования топологии аналоговых устройств |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.3.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Интеграция топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства | Код | C/02.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

| | | | | |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Трудовые действия | Выполнение процедур физической и электрической верификации топологии микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования |
| | Выполнение процедур экстракции паразитных параметров микроэлектромеханической системы |
| | Выполнение построения списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов всей системы |
| | Принятие решения о коррекции топологических или схмотехнических представлений отдельных блоков или планировки всего кристалла микроэлектромеханической системы |
| Необходимые умения | Использовать программные средствами топологического моделирования и проектирования |
| | Проводить моделирование различных функциональных блоков микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования |
| Необходимые знания | Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования |
| | Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых и цифровых блоков |
| | Методики экстракции паразитных элементов |
| | Основы технологии микро- и наносистем |
| | Маршрут проектирования электронной компонентной базы |
| | Основы топологического проектирования интегральных схем |
| | Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем |
| | Особенности проектирования топологии аналоговых устройств |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья | |
| Другие характеристики | - |

3.3.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Физическая верификация топологического представления всей микрорелектромеханической системы | Код | C/03.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Трудовые действия | Выполнение процедур физической и электрической верификации топологических представлений блоков микрорелектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования |
| | Выполнение процедур экстракции паразитных параметров требуемого уровня детализации |
| | Построение списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов |
| | Выполнение моделирования и анализа результатов моделирования списка цепей, содержащего паразитные элементы отдельных блоков и микрорелектромеханической системы в целом |
| | Принятие решений о коррекции топологических, схематических представлений блоков микрорелектромеханической системы |
| Необходимые умения | Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования |
| | Проводить моделирование аналоговых блоков средствами системы автоматизированного проектирования |
| | Использовать методы поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации |
| | Проводить операции обратного переименования с учетом паразитных компонентов |
| Необходимые знания | Основы технологии микро- и наносистем |
| | Математический анализ |
| | Полупроводниковая схемотехника |
| | Маршрут проектирования изделий микроэлектроники |
| | Особенности проектирования топологии аналоговых устройств |
| | Система автоматизированного проектирования аналогового проектирования и моделирования |
| | Методы проектирования топологии мембранных и балочных элементов микросистем |
| | Основы микросистемной техники |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья | |
| Другие характеристики | - |

3.3.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Моделирование и анализ результатов термоэлектромеханического, оптического, жидкостного, электромагнитного, электрического и технологического моделирования микроэлектромеханической системы | Код | C/04.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

| | | | | |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Технологическая проработка маршрута с получением режимов технологических процессов замкнутого цикла создаваемой микроэлектромеханической системы |
| | Моделирование процессов функционирования чувствительных элементов микроэлектромеханической системы различных типов |
| | Выработка рекомендаций по модификации параметров технологических операций маршрута изготовления микроэлектромеханической системы |
| | Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах |
| Необходимые умения | Использовать современные программные средства моделирования |
| | Применять методы оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| | Анализировать работу микроэлектромеханических устройств |
| | Проводить составление различных режимов технологических процессов замкнутого цикла создаваемой микроэлектромеханической системы |
| Необходимые знания | Основы технологии микро- и наносистем |
| | Основные физико-химические модели процессов, явлений и объектов в области микросистемной техники |
| | Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники |
| | Физическая основа процессов, протекающих при реализации микросистем, возможности и характеристики материалов, используемых в нанотехнологиях |
| | Физико-химические основы процессов, протекающих на границах раздела фаз в различных нано- и микросистемах |
| | Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур |
| | Основы микросистемной техники |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.3.5. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Уточнение параметров поведенческих моделей электромеханических и сопряженных подсистем схемы, а также типовых радиоэлементов | Код | C/05.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|---|
| Трудовые действия | Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств |
| | Установление влияния типовых дефектов на динамические характеристики рассматриваемых систем методами вычислительного эксперимента |
| | Решение обратных динамических задач и оценка возможности прогнозирования типа и величины дефекта элемента микроэлектромеханической системы |
| | Разработка и создание новой расчетной технологии оценки условий возможной эксплуатации микроэлектромеханических систем |
| Необходимые умения | Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| | Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем |
| | Использовать технические библиотеки моделей электромеханических, оптических, микрожидкостных, сверхвысокочастотных и магнитомеханических компонентов |
| Необходимые знания | Основы технологии микро- и наносистем |
| | Методы формального описания компонентов микро- и наносистем |
| | Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем |
| | Методы расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем |
| | Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов |
| | Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов |
| | Типовые технологические процессы формирования изделий микросистемной техники; их технологические ограничения |
| | Основы микросистемной техники |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья | |
| Другие характеристики | - |

3.4. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Разработка функционального описания и технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | Код | D | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер-электроник по разработке Начальник отдела |
|--|--|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет на инженерно-технических должностях в области проектирования микро- и нанозлектронных устройств |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации Инструктаж по охране труда |
| Другие характеристики | Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации по профилю деятельности |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|--------|--|
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Ведущий инженер |
| ОКПДТР | 22824 | Инженер-программист |
| | 22827 | Инженер-проектировщик |
| | 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО | 210100 | Электроника и микроэлектроника |
| | 210108 | Микросистемная техника |
| | 210600 | Нанотехнология |

3.4.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка функциональной блок-схемы микроромеханической системы на основе первичного технического задания | Код | D/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Разработка и согласование с заказчиком первичного технического задания на микроромеханическую систему |
| | Определение области применения микроромеханической системы с учетом конкурентоспособных характеристик |
| | Выбор на основе первичного технического задания областей применения и технологического процесса изготовления микроромеханической системы |
| | Определение набора инструментальных средств описания проекта на различных уровнях абстракции |
| Необходимые умения | Работать с документацией |
| | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению |
| | Выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования |
| | Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования |
| | Анализировать функциональные возможности и способы использования программных пакетов систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники на главных этапах процессов проектирования микроромеханической системы |
| Необходимые знания | Основы системного проектирования микро- и наноромеханических устройств на базе принципа модульности |
| | Общая характеристика процесса проектирования, методы и этапы проектирования |
| | Особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и математических моделей, их применимости к конкретным процессам и приборам |
| | Характеристики современных систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования микроромеханической системы |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.4.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Определение набора физических блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы | Код | D/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Анализ первичного технического задания и определение состава микроэлектромеханического устройства |
| | Разбиение микроэлектромеханической системы на отдельные функциональные блоки (аппаратные блоки) |
| | Разработка спецификации функциональных блоков микроэлектромеханической системы |
| Необходимые умения | Работать с технической документацией |
| | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению |
| | Использовать специализированные системы высокоуровневой верификации и моделирования |
| | Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования |
| Необходимые знания | Основы микросистемной техники |
| | Основы технологии микросистемной техники |
| | Системотехника |
| | Полупроводниковая схемотехника |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.4.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка концепции тестирования микроэлектромеханической системы, включая кристалльное тестирование | Код | D/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-------------------|---|
| Трудовые действия | Определение методов верификации составных частей микроэлектромеханической системы и программных средств верификации |
| | Разработка тестового плана изделия и его составных частей |

| | |
|--|--|
| | Разработка наборов тестовых воздействий (векторов) для верификации составных частей микроэлектромеханической системы |
| | Разработка общей стратегии и алгоритма кристалльного тестирования и верификации чипа с микроэлектромеханической системой |
| | Оценка возможности и необходимости введения блоков самотестирования |
| Необходимые умения | Использовать системы программной верификации и тестирования |
| | Разрабатывать блоки микроэлектромеханической системы, выполняющие заданную функцию и заданный интерфейс обмена данными с системой |
| | Разрабатывать мосты для соединения устройств с различными интерфейсами и работающих на различных частотах, верифицировать разрабатываемый блок |
| Необходимые знания | Основы микросистемной техники |
| | Методы верификации и тестирования микроэлектромеханической системы |
| | Принципы построения тестовых векторов и степень полноты покрытия теста |
| | Возможности тестового оборудования |
| | Программные средства тестирования и верификации |
| | Аппаратные средства тестирования и верификации |
| | Методы измерения в электронике |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники | |
| Другие характеристики | - |

3.4.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка технического задания на микроэлектромеханическую систему | Код | D/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заемствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-------------------|---|
| Трудовые действия | Разработка описания блок-схемы, алгоритма функционирования и циклограммы работы микроэлектромеханической системы с раскрытием работы отдельных узлов, включая временные диаграммы, предложения по их реализации |
| | Разработка описания поведенческих моделей отдельных узлов и всей микроэлектромеханической системы в целом, описывающих функции и временные соотношения без привязки к конкретной технологической реализации |
| | Разработка описания наборов функциональных тестов, необходимых для верификации логической модели микроэлектромеханической системы |
| | Разработка технических требований по созданию аналоговых и |

| | |
|-----------------------|---|
| | аналого-цифровых узлов микроэлектромеханической системы Оформление результатов испытаний поведенческой модели составных частей микроэлектромеханической системы и/или ее макета на отдельных микросхемах, отражающих соответствие архитектуры и алгоритма микроэлектромеханической системы требованиям первичного технического задания |
| Необходимые умения | Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ |
| | Проводить технико-экономический анализ составных частей микроэлектромеханической системы и/или ее макета на отдельных микросхемах |
| | Комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения по созданию микроэлектромеханической системы и/или ее макета на отдельных микросхемах |
| | Изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ по созданию микроэлектромеханической системы и/или ее макета на отдельных микросхемах |
| | Содействовать подготовке процесса выполнения работ по созданию микроэлектромеханической системы и/или ее макета на отдельных микросхемах, обеспечению их необходимыми техническими данными, материалами и оборудованием |
| Необходимые знания | Основы микросистемной техники |
| | Требования к оформлению технической документации |
| | Требования единой системы конструкторской документации |
| | Правила выполнения чертежей согласно требованиям единой системы конструкторской документации |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.5. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | Код | Е | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|---|
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер-электроник по сопровождению проекта |
|--|---|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее четырех лет на инженерно-технических должностях в области проектирования микро- и нанoeлектронных устройств |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации Инструктаж по охране труда |
| Другие характеристики | Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации по профилю деятельности |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|--------|--|
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Ведущий инженер |
| ОКПДТР | 22824 | Инженер-программист |
| | 22827 | Инженер-проектировщик |
| | 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО | 210100 | Электроника и микроэлектроника |
| | 210108 | Микросистемная техника |
| | 210600 | Нанотехнология |

3.5.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Организация выполнения работ по проектированию микроэлектромеханической системы | Код | Е/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заемствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--------------------|---|
| Трудовые действия | Разработка и согласование расписания работ по проектированию микроэлектромеханического устройства |
| | Проведение рыночных исследований существующих микроэлектромеханических систем и составных частей микроэлектромеханической системы |
| | Обоснование целесообразности проведения разработки микроэлектромеханической системы |
| | Определение области применения микроэлектромеханической системы с учетом конкурентоспособных характеристик |
| Необходимые умения | Работать с документацией, регламентирующей методы разработки алгоритма и программ в области применения |

| | |
|-----------------------|---|
| | микроэлектромеханической системы |
| | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению |
| | Анализировать функциональные возможности на главных этапах процессов проектирования составных частей микроэлектромеханической системы и устройства в целом |
| | Определять способы использования программных пакетов системы автоматизированного проектирования микроэлектроники |
| | Проводить интеграцию всего предполагаемого проекта в области применения микроэлектромеханической системы |
| Необходимые знания | Области применения и особенности использования устройств на основе микро- и наносистемной техники |
| | Основы проектирования микро- и нанoeлектронных систем на базе принципа модульности |
| | Общая характеристика процесса проектирования, методы и этапы проектирования |
| | Основные принципы построения физических и поведенческих моделей, их применимость к конкретным процессам и приборам |
| | Представление проекта на различных этапах проектирования |
| | Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.5.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Контроль первичных технических требований, выбор элементной базы и основных функциональных и конструкционных материалов микроэлектромеханической системы | Код | E/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-------------------|--|
| Трудовые действия | Разработка и согласование с заказчиком первичного технического задания (технического задания) на микроэлектромеханическое устройство |
| | Определение критических параметров технологии изготовления на основе первичного технического задания и области применения |
| | Определение набора инструментальных средств описания проекта на системном уровне |
| | Выбор технологического процесса изготовления микросистемы |

| | |
|-----------------------|--|
| Необходимые умения | Работать с документацией |
| | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению |
| | Выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования |
| | Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования |
| Необходимые знания | Анализировать функциональные возможности и способы использования программных пакетов системы автоматизированного проектирования микроэлектроники на основных этапах маршрута проектирования |
| | Технология создания интегральной электронной компонентной базы |
| | Основы проектирования микроэлектронных систем |
| | Общая характеристика процесса проектирования, методы и этапы проектирования |
| | Особенности представления микроэлектромеханической системы на различных этапах проектирования, принципы построения физических и поведенческих моделей, их применимость к конкретным процессам и приборам |
| | Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования |
| | Технологии изготовления интегральных схем |
| | Основы технологии интегральных микросхем, микро- и наносистем |
| Другие характеристики | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.5.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Адаптация поведенческих моделей элементов микроэлектромеханической системы с учетом физических ограничений | Код | E/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-------------------|--|
| Трудовые действия | Корректировка математических моделей элементов микроэлектромеханической системы, преобразующих физические величины |
| | Разработка поведенческой модели на основе математической модели с использованием высокоуровневых систем автоматизированного проектирования |
| | Моделирование, анализ и калибровка поведенческой модели элементов |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>микроэлектромеханической системы</p> <p>Разработка описания поведенческих моделей отдельных узлов микроэлектромеханической системы и всей системы в целом, описывающих функции и временные соотношения, с учетом привязки к конкретной технологической реализации</p> |
| Необходимые умения | <p>Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем</p> <p>Формализовать поведенческое описание компонентов микроэлектромеханической системы</p> <p>Использовать средства математического моделирования</p> <p>Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>Применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем</p> <p>Прогнозировать изменение свойств и характеристик наноструктур при изменении внешних условий или воздействий</p> <p>Использовать современную научную терминологию и основные теоретические и экспериментальные подходы в передовых направлениях нанотехнологии</p> <p>Анализировать и идентифицировать новые проблемы и области исследования в области нанотехнологии</p> <p>Использовать методики разработки физико-математических моделей процессов, явлений и объектов в области нанотехнологии</p> <p>Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> |
| Необходимые знания | <p>Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов</p> <p>Основы микросистемной техники</p> <p>Датчики и преобразователи физических величин</p> <p>Математический анализ, линейная алгебра и дифференциальные уравнения</p> <p>Высокоуровневые системы автоматизированного проектирования и математические пакеты</p> <p>Методы формального описания компонентов микро- и наносистем</p> <p>Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем</p> <p>Методы расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем</p> <p>Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов</p> <p>Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники</p> <p>Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья</p> |
| Другие характеристики | - |

3.5.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Контроль соблюдения требований технического задания на разработку микроэлектромеханической системы | Код | E/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Контроль технических требований к разработке составных частей микроэлектромеханической системы и устройства в целом |
| | Планирование и проведение экспериментов в области нанотехнологии, обработка и анализ их результатов |
| | Оформление результатов испытаний поведенческой модели микроэлектромеханической системы и/или ее макета, отражающих соответствие требованиям технического задания |
| | Оформление результатов испытаний прототипа микроэлектромеханической системы |
| Необходимые умения | Контролировать разработку методических и нормативных материалов и технической документации |
| | Анализировать предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ |
| | Проводить технико-экономический анализ моделей микроэлектромеханической системы |
| | Комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения |
| | Принимать решения о возможности сокращения цикла выполнения работ |
| Необходимые знания | Требования к сопроводительной нормативной документации |
| | Требования к оформлению технической документации |
| | Требования единой системы конструкторской документации |
| | Правила выполнения чертежей согласно требованиям единой системы конструкторской документации |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.6. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Разработка комплекта конструкторской и технической документации на микроэлектромеханическую систему | Код | F | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|---|
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер-электроник по разработке конструкторской документации |
|--|---|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее пяти лет на инженерно-технических должностях в области проектирования микро- и нанoeлектронных устройств |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации Инструктаж по охране труда |
| Другие характеристики | Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации по профилю деятельности |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|--------|--|
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Ведущий инженер |
| ОКПДТР | 22824 | Инженер-программист |
| | 22827 | Инженер-проектировщик |
| | 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО | 210100 | Электроника и микроэлектроника |
| | 210108 | Микросистемная техника |
| | 210600 | Нанотехнология |

3.6.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Организация разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы | Код | F/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

| | | | | |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Займствовано из оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--|--|
| Трудовые действия | Руководство разработкой описания функционирования и временных диаграмм микроэлектромеханической системы блок-схемы, условий работы |
| | Организация разработки описания функционирования и временных диаграмм работы отдельных узлов микроэлектромеханической системы блок-схемы, условий работы |
| | Организация разработки предложений по технической реализации узлов микроэлектромеханической системы |
| | Проведение работ по составлению описания микроэлектромеханического устройства, подготовка описания и назначения использования микросистемы |
| | Разработка разделов описания поведенческих моделей отдельных чувствительных узлов и всей микроэлектромеханической системы в целом, описывающих функции и временные соотношения, без привязки к конкретной технологической реализации |
| Необходимые умения | Работать с технической документацией описания микроэлектромеханической системы |
| | Находить проектную информацию узлов микроэлектромеханической системы, необходимую для формирования документации |
| | Применять требования законодательных и нормативных документов по профилю деятельности |
| | Использовать нормы стандартизации, метрологии, унификации, автоматизированного проектирования |
| | Использовать нормы технических, экономических требований, предъявляемых к деятельности |
| | Находить и использовать требования системы менеджмента качества |
| | Использовать компьютерную технику, типовые офисные программы, информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» |
| | Использовать специальное программное обеспечение для разработки проектной и конструкторской документации |
| | Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию |
| Разрабатывать предложения и мероприятия по осуществлению технических проектов и программ | |
| Необходимые знания | Области применения и особенности использования устройств на основе микро- и наносистемной техники |
| | Требования законодательных и нормативных документов по профилю деятельности |
| | Требования к оформлению технической документации |

| | |
|-----------------------|--|
| | Требования единой системы конструкторской документации |
| | Правила выполнения чертежей согласно требованиям единой системы конструкторской документации |
| | Международная стандартизация в области автоматизации проектирования микросистем |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.6.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Руководство разработкой требуемого комплекта технических документов на микроэлектромеханическую систему | Код | F/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

| | | | | |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--------------------|--|
| Трудовые действия | Организация разработки описания блок-схемы, условий функционирования и временных диаграмм работы микроэлектромеханической системы |
| | Разработка описания блок-схемы, условий функционирования и временных диаграмм работы отдельных узлов микроэлектромеханической системы |
| | Подготовка предложений по конструктивной реализации узлов микроэлектромеханической системы |
| | Организация разработки описания микроэлектромеханического устройства |
| | Руководство подготовкой комплекта технических документов, описания и назначения использования микросистемы |
| | Разработка описания поведенческих моделей отдельных чувствительных узлов и всей микроэлектромеханической системы, описывающих функции и временные соотношения без привязки к конкретной технологической реализации |
| | Разработка рекомендаций по методике тестирования и описания наборов функциональных тестов, необходимых для верификации микроэлектромеханической системы |
| Необходимые умения | Работать с технической документацией описания микроэлектромеханической системы |
| | Находить проектную информацию, необходимую для формирования документации |
| | Применять требования законодательных и нормативных документов по профилю деятельности |
| | Использовать нормы стандартизации, метрологии, унификации, автоматизированного проектирования |

| | |
|-----------------------|--|
| | Использовать нормы технических, экономических требований, предъявляемых к деятельности |
| | Находить и использовать требования системы менеджмента качества |
| | Использовать компьютерную технику, типовые офисные программы, информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» |
| | Использовать специальное программное обеспечение для разработки проектной и конструкторской документации |
| | Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ |
| Необходимые знания | Требования законодательных и нормативных документов по профилю деятельности |
| | Требования к оформлению технической документации |
| | Требования единой системы конструкторской документации |
| | Правила выполнения чертежей согласно требованиям единой системы конструкторской документации |
| | Требования технической и нормативной документации |
| | Области применения и особенности использования устройств на основе микро- и наносистемной техники |
| | Международная стандартизация в области автоматизации проектирования микросистем |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

3.6.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Осуществление подготовки коммерческого функционального описания, инструкции по типовому использованию микроэлектромеханической системы | Код | F/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

| | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | |
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

| | |
|--------------------|---|
| Трудовые действия | Организация подготовки инструкции по типовому применению микроэлектромеханической системы |
| | Руководство разработкой методик по определению областей безопасной работы микроэлектромеханической системы |
| | Планирование и координация разработки типовых схем включения (способов использования) микроэлектромеханической системы и их характеристик |
| Необходимые умения | Использовать компьютерную технику, типовые офисные программы, информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» |
| | Использовать специальное программное обеспечение для разработки |

| | |
|-----------------------|--|
| | проектной и конструкторской документации |
| | Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ |
| | Проводить технико-экономический анализ возможных условий применения микроэлектромеханической системы |
| Необходимые знания | Требования законодательных и нормативных документов по профилю деятельности |
| | Требования к оформлению технической документации |
| | Требования единой системы конструкторской документации |
| | Правила выполнения чертежей согласно требованиям единой системы конструкторской документации |
| | Требования технической нормативной документации |
| | Основы микросистемной техники |
| | Основы аналоговой и цифровой техники и схемотехники |
| | Применение микроэлектромеханических систем и требований к ним |
| | Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники |
| | Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья |
| Другие характеристики | - |

IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта

4.1. Ответственная организация-разработчик

| | |
|--|-------------------------------|
| Фонд инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО), город Москва | |
| Генеральный директор | Свинаренко Андрей Геннадьевич |

4.2. Наименования организаций-разработчиков

| | |
|----|--|
| 1 | Общероссийское объединение работодателей «Российский союз промышленников и предпринимателей», город Москва |
| 2 | АНО «Национальное агентство развития квалификаций», город Москва |
| 3 | АО «Зеленоградский нанотехнологический центр», город Москва |
| 4 | АО «НИИМЭ и Микрон», город Москва |
| 5 | АО «ПКК «Миландр», город Москва |
| 6 | АО «Российская электроника», город Москва |
| 7 | ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», город Москва |
| 8 | ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)», город Санкт-Петербург |
| 9 | ФГБУ «Научно-исследовательский институт труда и социального страхования», город Москва |
| 10 | ФГБУ «Научно-производственный комплекс «Технологический центр» МИЭТ», город Москва |

¹ Общероссийский классификатор занятий.

² Общероссийский классификатор видов экономической деятельности.

³ Приказ Минздравсоцразвития России от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (зарегистрирован Минюстом России 21 октября 2011 г., регистрационный № 22111), с изменениями, внесенными приказами Минздрава России от 15 мая 2013 г. № 296н (зарегистрирован Минюстом России 3 июля 2013 г., регистрационный № 28970) и от 5 декабря 2014 г. № 801н, зарегистрирован Минюстом России 3 февраля 2015 г., регистрационный № 35848.

⁴ Приказ Ростехнадзора от 29 января 2007 г. № 37 «О порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (зарегистрирован Минюстом России 22 марта 2007 г., регистрационный № 9133), с изменениями, внесенными приказами Ростехнадзора от 5 июля 2007 г. № 450 (зарегистрирован Минюстом России 23 июля 2007 г., регистрационный № 9881), от 27 августа 2010 г. № 823 (зарегистрирован Минюстом России 7 сентября 2010 г., регистрационный № 18370), от 15 декабря 2011 г. № 714 (зарегистрирован Минюстом России 8 февраля 2012 г., регистрационный № 23166), от 19 декабря 2012 г. № 739 (зарегистрирован Минюстом России 5 апреля 2013 г., регистрационный № 28002), от 6 декабря 2013 г. № 591 (зарегистрирован Минюстом России 14 марта 2014 г., регистрационный № 31601), от 30 июня 2015 г. № 251 (зарегистрирован Минюстом России 27 июля 2015 г., регистрационный № 38208).

⁵ Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих.

⁶ Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов.

⁷ Общероссийский классификатор специальностей по образованию.