



МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

П Р И К А З

15 сентября 2016г.

№ 521н

Москва

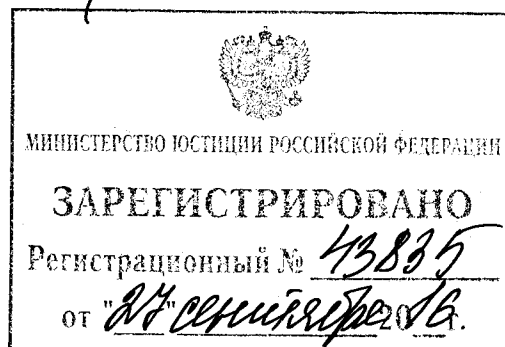
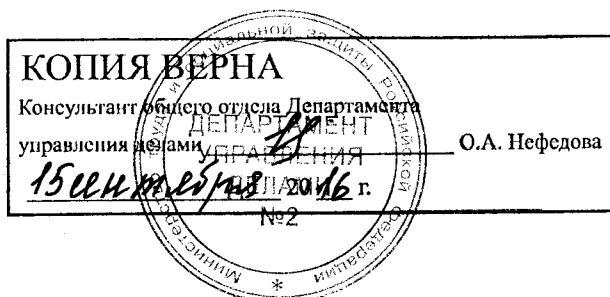
**Об утверждении профессионального стандарта
«Специалист по проектированию микро- и наноразмерных
электромеханических систем»**

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 микроразъемной системы	6	Определение возможных вариантов реализации электронных компонентов микроразъемной системы	A/01.6	6
			Выбор методов преобразования физических величин и поведенческих моделей электрических, оптических, сверхвысокочастотных, микроразъемных устройств и типовых радиоэлементов	A/02.6	6
В	Моделирование, верификация и уточнение разработанной принципиальной схемы микроразъемной системы	6	Разработка первичного варианта описания микроразъемной системы на уровне принципиальной схемы	A/03.6	6
			Разработка конечного варианта описания микроразъемной системы на основе уточненных моделей элементов	A/04.6	6
С	Разработка физического прототипа микроразъемной системы	6	Моделирование принципиальной схемы микроразъемной системы и цифровых схем управления	B/01.6	6
			Анализ и верификация результатов моделирования принципиальной схемы микроразъемной системы, выработка решения об уточнении первичного варианта описания	B/02.6	6
С	Разработка физического прототипа микроразъемной системы	6	Определение возможных вариантов физической реализации микроразъемных компонентов микроразъемной системы	C/01.6	6
			Интеграция топологии представлений блоков в общую топологию микроразъемной системы	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	Заемствовано 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 микроэлектромеханической 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 микроэлектромеханической 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 микроэлектромеханической 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