

УТВЕРЖДЕН  
приказом Министерства  
труда и социальной защиты  
Российской Федерации  
от «03» февраля 2014г. №70н

# ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

## Инженер-конструктор в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем

21

Регистрационный  
номер

### I. Общие сведения

Производство интегральных схем, микросборок и микромодулей

(наименование вида профессиональной деятельности)

40.003

Код

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Производство наногетероструктурных сверхвысокочастотных (СВЧ) монокристаллических интегральных схем (МИС СВЧ) с использованием нанотехнологий

Группа занятий:

2111	Физики и астрономы	2113	Химики
(код ОКЗ <sup>1</sup> )	(наименование)	(код ОКЗ)	(наименование)

Отнесение к видам экономической деятельности:

32.10.6	Производство интегральных схем, микросборок и микромодулей
(код ОКВЭД <sup>2</sup> )	(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	Подготовка конструкторской документации для запуска в производство и разработка методик испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем (МИС СВЧ)	6	Разработка топологии тестовых структур и топологии МИС СВЧ, разработка файлов для электронной литографии изготовления фотошаблонов	А/01.6	6
			Подготовка конструкторской документации для запуска МИС СВЧ в производство	А/02.6	
			Разработка методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных МИС СВЧ	А/03.6	
В	Выполнение опытно-конструкторских работ полного цикла по созданию наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем (МИС СВЧ), руководство их конструированием и испытанием	7	Конструирование наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем в соответствии с техническим заданием для выбираемой технологии	В/01.7	7
			Подготовка конструкторской документации для запуска МИС СВЧ в производство	В/02.7	
			Разработка методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных МИС СВЧ	В/03.7	
			Руководство опытно-конструкторской работой (ОКР)	В/04.7	

### III. Характеристика обобщенных трудовых функций

#### 3.1. Обобщенная трудовая функция

Наименование	Подготовка конструкторской документации для запуска в производство и разработка методик испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем (МИС СВЧ)	Код	А	Уровень квалификации	6
--------------	--	-----	---	----------------------	---

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

Возможные наименования должностей	Инженер-конструктор
-----------------------------------	---------------------

Требования к образованию и обучению	Высшее образование – бакалавриат
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года в должности инженера-конструктора
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством порядке <sup>iii</sup> ; инструктаж по безопасному ведению работ

#### Дополнительные характеристики

Наименование документа	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	2111	Физики и астрономы
	2113	Химики
ЕКС <sup>iv</sup>	-	Инженер-конструктор
ОКСО <sup>v</sup>	21010	Электроника и микроэлектроника

#### 3.1.1. Трудовая функция

Наименование	Разработка топологии тестовых структур и топологии МИС СВЧ, разработка файлов для электронной литографии и	Код	А/01.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

изготовления фотошаблонов

Происхождение  
трудовой функции

Оригинал	X	Заимствовано из оригинала		
			Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта

Трудовые действия	Разработка топологии тестовых структур для характеристики параметров элементов монолитных интегральных схем (МИС)
	Разработка топологии МИС СВЧ, согласование их с технологами, внесение необходимых изменений
	Разработка и подготовка файлов для электронной литографии с предъявлением их для технического контроля, внесение необходимых изменений
	Разработка и подготовка файлов для изготовления фотошаблонов с предъявлением их для технического контроля, внесение необходимых изменений
Необходимые умения	Применять метод декомпозиции при анализе тестовых структур и МИС СВЧ
	Оценивать допуски на элементы при межоперационном контроле параметров
	Переходить от схемы принципиальной электрической к топологии МИС СВЧ, используя систему автоматизации проектирования (САПР)
	Планировать и оптимизировать контрольные операции в процессе прохождения пластин по технологическому маршруту
	Осуществлять разработку топологии тестовых структур на пластине для проведения межоперационного контроля совместно с технологами
	Выбирать методики измерения параметров тестовых структур при межоперационном контроле технологического процесса
	Выбирать оборудование для межоперационного контроля
	Анализировать статистическими методами результаты измерения параметров тестовых структур и делать заключение об их нахождении в пределах заданных допусков, приемлемых для достижения технических требований на МИС
	Рассчитывать параметры МИС с учетом особенностей топологии
	Разрабатывать техническое задание на изменение технологии
	Взаимодействовать с технологическими подразделениями при передаче топологии в производство
	Подготавливать файлы необходимых форматов для электронных шаблонов проекционной литографии
	Работать на установке изготовления фотошаблонов
Необходимые знания	Основы технологии производства МИС СВЧ
	Основы статистического анализа
	Методы статистической обработки данных и теории чувствительности устройств к разбросам параметров компонент
	Теория и методы планирования эксперимента
	Методики межоперационного контроля
	Параметры гетероструктур и материалов, применяемых в технологии МИС СВЧ
	Теория допусков применительно к наноэлектронике СВЧ

	Методы разработки библиотек моделей пассивных и активных элементов МИС СВЧ
	Современные системы проектирования топологии СВЧ-устройств и МИС СВЧ
	Топологические библиотеки моделей пассивных и активных элементов МИС СВЧ
	Оборудование для измерения и контроля параметров тестовых структур и МИС СВЧ
	Методология системы менеджмента качества
	Основы технологии электронной литографии
	Методики и нормативная документация на подготовку конструкторской документации (КД) для электронной литографии
	Основы технологии изготовления фотошаблонов для проекционной литографии
	Методики и нормативная документация на подготовку КД для изготовления фотошаблонов
Другие характеристики	Деятельность, направленная на создание топологий МИС СВЧ, являющихся интеллектуальным продуктом, защищаемым авторами как «Топология ИС»

**3.1.2. Трудовая функция**

Наименование	Подготовка конструкторской документации для запуска МИС СВЧ в производство	Код	A/02.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
Происхождение трудовой функции	Оригинал <input checked="" type="checkbox"/>	Заимствовано из оригинала		Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта

Трудовые действия	Разработка методик измерений параметров тестовых структур и МИС СВЧ на пластине в соответствии с требованиями технического задания
	Проведение измерений тестовых структур и МИС СВЧ, анализ данных измерений
Необходимые умения	Разрабатывать нормативную документацию на методики измерений тестовых структур и СВЧ МИС
	Проводить измерение параметров на постоянном токе, в импульсном режиме и на СВЧ на современном оборудовании
	Формировать базы данных измерений
	Проводить статистическую обработку данных
	Проводить метрологическую экспертизу измерений параметров
	Составлять акты и протоколы о проведении измерений
	Готовить и согласовывать проекты технических условий
Необходимые знания	Способы и методы измерений параметров тестовых структур и МИС СВЧ на пластине в соответствии с требованиями пунктов технического задания
	Статистический анализ результатов проведения измерений

	Метрологическое обеспечение измерений
	Нормативная документация на разработку технических условий
Другие характеристики	Деятельность, направленная на обеспечение производства методиками и средствами измерения параметров элементов и МИС СВЧ

**3.1.3. Трудовая функция**

Наименование	Разработка методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных МИС СВЧ	Код	A/03.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

Происхождение трудовой функции	Оригинал	<input checked="" type="checkbox"/>	Заимствовано из оригинала		
				Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта

Трудовые действия	Разработка методик испытания параметров МИС СВЧ
	Разработка методик и критериев контроля и отбраковки МИС СВЧ
Необходимые умения	Проводить и контролировать процедуры приемо-сдаточных испытаний
	Согласовывать технические условия
	Составлять протоколы приемо-сдаточных испытаний
	Измерять вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики, частотные и динамические характеристики, устанавливать критерии их контроля
Необходимые знания	Методы проведения испытаний на электрические и эксплуатационные параметры
	Методы контроля параметров по постоянному току
	Методы контроля параметров на СВЧ
	Автоматизация зондовых измерений
Другие характеристики	Метрологическое обеспечение испытаний
	Деятельность, направленная на обеспечение надежности СВЧ МИС

**3.2. Обобщенная трудовая функция**

Наименование	Выполнение опытно-конструкторских работ полного цикла по созданию наногетероструктурных СВЧ - монолитных интегральных схем (МИС СВЧ), руководство их конструированием и испытанием	Код	B	Уровень квалификации	7
--------------	--	-----	---	----------------------	---

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

Возможные наименования должностей	Ведущий инженер-конструктор
-----------------------------------	-----------------------------

Требования к образованию и обучению	Высшее образование – специалитет, магистратура
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года в должности инженера-конструктора
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством порядке; инструктаж по безопасному ведению работ

Дополнительные характеристики

Наименование документа	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	2111	Физики и астрономы
	2113	Химики
ЕКС		Инженер-конструктор
ОКСО	210100	Электроника и микроэлектроника

**3.2.1. Трудовая функция**

Наименование	Конструирование наногетероструктурных СВЧ-монолитных интегральных схем в соответствии с техническим заданием для выбираемой технологии	Код	V/01.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

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

Трудовые действия	Разработка структурных схем и схем принципиальных МИС СВЧ, оптимизация их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений
	Разработка моделей элементов МИС СВЧ. Моделирование

	<p>характеристик наногетероструктурных МИС СВЧ. Выбор программного обеспечения для построения моделей элементов и конструирования МИС СВЧ</p> <p>Выбор и обоснование типа гетероструктур и активных элементов (транзисторов, диодов), необходимых для достижения заданных основных электрических и эксплуатационных параметров МИС СВЧ</p>
Необходимые умения	Проводить анализ технической литературы на русском и английском языках
	Разрабатывать конструкторскую документацию на стадии технического предложения
	Составлять согласно стандартам технические задания на конструирование МИС СВЧ
	Проводить оптимизацию структурных и принципиальных схем МИС СВЧ
	Составлять планы проведения экспериментальных работ
	Составлять математические модели анализируемых элементов МИС СВЧ
	Рассчитывать параметры на основе математических моделей
	Использовать результаты моделирования в проектировании МИС СВЧ
	Встраивать модели элементов в системы автоматизации проектирования
	Верифицировать созданные модели на основе численных и натурных экспериментов
	Анализировать результаты измерений и методы электромагнитного и схемотехнического моделирования для разработки математических моделей элементов МИС СВЧ
	Разрабатывать недостающие в библиотеках модели элементов МИС СВЧ на основе анализа и экспериментальных измерений тестовых пассивных и активных элементов
	Выбирать программное обеспечение для построения моделей элементов и конструирования МИС СВЧ
	Разрабатывать специальное программное обеспечение для построения моделей элементов и конструирования МИС СВЧ
	Разрабатывать модели МИС СВЧ, учитывающие параметры гетероструктурных подложек, применяемых пассивных и активных элементов с помощью систем моделирования и автоматизированного проектирования, включая системы технологического проектирования (TCAD)
	Оценивать технические и экономические риски при выборе направления конструирования МИС СВЧ
Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные подходы при конструировании МИС СВЧ	
Составлять отчет по результатам моделирования и экспериментальных измерений, включающий описание полученных моделей	
Необходимые знания	Технический английский язык
	Основы физики гетеро-эпитаксиальных структур, гетероструктурных приборов
	Параметры полупроводниковых материалов

	Современные системы моделирования и проектирования СВЧ устройств и МИС СВЧ
	Основы технологии МИС СВЧ
	Методы сквозного проектирования МИС СВЧ
	Физические основы применения полупроводниковых соединений типа $A^{III}B^V$ и гетероструктур на их основе, применяемых в полупроводниковой СВЧ наноэлектронике
	Методы структурного синтеза с ограничениями и особенностями реализации на СВЧ
	Методы схемотехнического анализа и синтеза МИС СВЧ с учетом электродинамических характеристик моделей элементов
	Схемотехника пассивных и активных устройств СВЧ
	Основы метрологии и методы измерения параметров СВЧ устройств
	Зондовые измерения
	Библиотеки моделей пассивных и активных элементов МИС СВЧ
	Системы технологического моделирования (TCAD)
	Статистический анализ результатов измерений параметров МИС СВЧ и их элементов
	Современное контрольно-измерительное оборудование
	Процедуры разработки и согласования технического задания
Другие характеристики	Ответственность за достоверность результатов моделирования и схемотехнических расчетов для достижения параметров МИС СВЧ
	Деятельность, направленная на решение нетиповых задач конструкторско-технологического характера

### 3.2.2.Трудовая функция

Наименование	Подготовка конструкторской документации для запуска МИС СВЧ в производство	Код	В/02.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

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

Трудовые действия	Подготовка комплекта конструкторской документации для производства МИС СВЧ
	Планирование и организация прохождения пластин по технологическому маршруту совместно с инженерами-технологами
	Разработка плана коррекции схемотехнических решений, топологии и технологического маршрута при несоответствии параметров техническому заданию
Необходимые умения	Проводить анализ конструкторской документации с учетом технологических требований
	Проводить и организовывать контроль параметров в процессе производства МИС СВЧ

	Использовать экспериментальные данные о материалах и параметрах технологического процесса при анализе отклонений от технических требований
	Вырабатывать корректирующие действия в соответствии с системой менеджмента качества (СМК)
Необходимые знания	Методы сквозного проектирования МИС СВЧ
	Стандарты на КД, нормативная документация отрасли, организации на технологические процессы
	Основы технологии МИС СВЧ
	Методики проведения измерения и контроля параметров в процессе производства
	Метрологическое обеспечение контроля параметров
	Технология автоматизации процессов контроля
	Статистический анализ результатов измерений
	Системы схемотехнического и технологического моделирования МИС СВЧ
	Свойства и параметры материалов гетероструктурной электроники
	Теория и практика управления технологическими процессами
	Стандарты системы менеджмента качества
Другие характеристики	Ответственность за взаимодействие конструкторских и технологических подразделений для достижения соответствия параметров МИС СВЧ требованиям технического задания

**3.2.3. Трудовая функция**

Наименование	Разработка методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных МИС СВЧ	Код	В/03.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

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

Трудовые действия	Анализ данных измерения и контроля
	Выработка рекомендаций для увеличения процента выхода
Необходимые умения	Формировать базы данных экспериментальных результатов измерения параметров МИС, материалов и технологических процессов
	Планировать эксперимент
	Проводить анализ статистических данных измерения и контроля
	Устанавливает связь отклонения параметров МИС СВЧ с отклонениями параметров материалов и параметров операций технологического процесса
	Оптимизировать схемотехнические решения, топологию и технологический процесс
Необходимые знания	Формирование и управление базами данных экспериментальных результатов измерения параметров МИС, материалов и технологических процессов
	Теория планирования эксперимента

	Многофакторный анализ
	Статистический анализ
	Методы оптимизации схемотехнических решений, топологии и технологического процесса
Другие характеристики	Ответственность за увеличение процента выхода годных путем оптимизации конструкции и технологии МИС СВЧ

**3.2.4. Трудовая функция**

Наименование	Руководство опытно-конструкторской работой (ОКР)	Код	В/04.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

Происхождение трудовой функции	Оригинал	<input checked="" type="checkbox"/>	Заимствовано из оригинала		
				Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта

Трудовые действия	Подготовка предложений по новым разработкам наногетероструктурных МИС СВЧ
	Разработка технического задания на опытно-конструкторскую работу (ОКР) по созданию МИС СВЧ совместно с инженерами-технологами
	Проведение переговоров с представителями заказчиков и с технологическими службами
	Руководство коллективом, выполняющим ОКР по созданию новых МИС СВЧ
Необходимые умения	Анализировать мировой уровень и тенденции развития наногетероструктурной электроники СВЧ
	Составлять обзоры по отечественным и иностранным источникам информации
	Разрабатывать технические задания на проведение опытно-конструкторских работ
	Разрабатывать технико-экономические обоснования научно-исследовательских работ и ОКР
	Прогнозировать оценки достижимых параметров элементной базы наногетероструктурной электроники СВЧ
	Создавать и руководить проектной командой
	Проводить производственные совещания
	Принимать согласованные решения
	Владеть методологией системы менеджмента качества
Необходимые знания	Системный анализ
	Технический английский язык
	Технико-экономические и прогнозные исследования в отрасли
	Теория и практика управления сложными инновационными проектами
	Теория и практика принятия оптимальных решений
	Нормативная документация и методики разработки технических требований на изделия СВЧ и МИС СВЧ

	Нормативная документация и методики разработки технико-экономических обоснований
	Процессный метод системы менеджмента качества
Другие характеристики	Деятельность, направленная на выполнение ОКР и решение задач управления коллективом, осуществляющую инновационную разработку

## IV. Сведения об организациях - разработчиках

### профессионального стандарта

#### 4.1. Ответственная организация-разработчик

<p>Фонд инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО)</p> <p>Генеральный директор Свиноренко Андрей Геннадьевич</p>
---

#### 4.2. Наименования организаций-разработчиков

1.	Автономная некоммерческая организация «Национальное агентство развития квалификаций», город Москва
2.	ЗАО «Научно-производственная фирма «Микран», город Томск
3.	ОАО НИИ Полупроводниковых приборов, город Томск
4.	ООО НПФ «Сенсерия» и ООО «РИД», город Томск
5.	ООО «НПФ «Сибтроника», город Томск
6.	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР), город Томск

<sup>1</sup> Общероссийский классификатор занятий

<sup>2</sup> Общероссийский классификатор видов экономической деятельности

<sup>iii</sup> 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 и порядок проведения обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (зарегистрировано в Минюсте России 21 октября 2011 г. № 22111), с изменением, внесенным приказом Минздрава России от 15 мая 2013 г. № 296н (зарегистрировано в Минюсте России 3 июля 2013 г. № 28970)

<sup>iv</sup> Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих

<sup>v</sup> Общероссийский классификатор специальностей по образованию