

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 ¹) | (наименование) | (код ОКЗ) | (наименование) |

Отнесение к видам экономической деятельности:

| | |
|---------------------------|--|
| 32.10.6 | Производство интегральных схем, микросборок и микромодулей |
| (код ОКВЭД ²) | (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 ⁱⁱⁱ ; 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 ^{iv} | - | Инженер-конструктор |
| ОКСО ^v | 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 нанoeлектронике 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 |
| Метрологическое обеспечение испытаний | |
| Другие характеристики | 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 | V/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 Свиначенко 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 |

¹ Общероссийский классификатор занятий

² Общероссийский классификатор видов экономической деятельности

ⁱⁱⁱ 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)

^{iv} Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих

^v Общероссийский классификатор специальностей по образованию