



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО

Регистрационный № 31666

от "20 марта 2014.

**МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

П Р И К А З

3 февраля 2014.

№ 69н

Москва

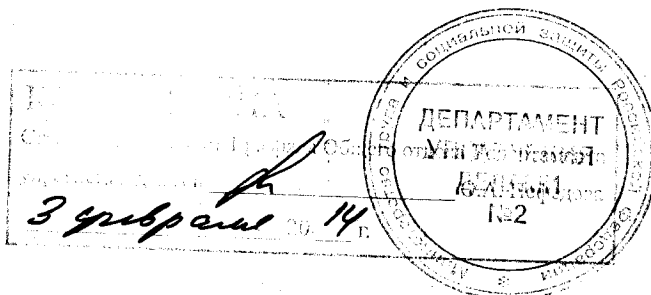
Об утверждении профессионального стандарта «Инженер-технолог в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем»

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

Утвердить прилагаемый профессиональный стандарт «Инженер-технолог в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем».

Министр

М.А. Топилин



УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства
труда и социальной защиты
Российской Федерации
от «3» февраля 2014 г. № 694

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

Инженер-технолог в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем

26

Регистрационный номер

I. Общие сведения

Производство интегральных схем, микросборок и микромодулей

40.007

(наименование вида профессиональной деятельности)

Код

Основная цель вида профессиональной деятельности:

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

Группа занятий:

| | | | |
|-------------------------|----------------|-----------|----------------|
| 2111 | Физики | 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 | Моделирование, разработка и внедрение новых технологических процессов производства наногетероструктурных МИС СВЧ | 7 | Анализ мирового опыта применения материалов наногетероструктурной электроники СВЧ | A/01.7 | 7 |
| | | | Разработка планов создания и модернизации технологических линий для освоения новых направлений в наногетероструктурной электронике СВЧ | A/02.7 | |
| | | | Подготовка технического задания (ТЗ) на проведение опытно-технологических работ (ОТР) по разработке новых технологических процессов производства МИС СВЧ | A/03.7 | |
| | | | Моделирование наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления наногетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD) | A/04.7 | |
| В | Подготовка комплекта технологической документации (ТД) производства наногетероструктурных | 7 | Подготовка технического задания (ТЗ) на разработку маршрутных и операционных карт производства МИС СВЧ на основе разработанной конструкторской документации (КД), документации на отработанные технологические процессы (ТП) и данных моделирования | A/05.7 | 7 |
| | | | Разработка комплекта технологической документации для производства МИС СВЧ на основе ТЗ и нормативной документации | B/01.7 | |
| | | | Планирование и организация сопровождения технологического процесса производства МИС СВЧ | B/02.7 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | МИС СВЧ, организация и сопровождение технологического процесса производства | | <p>Разработка методики входного, межоперационного и выходного контроля при производстве наногетероструктурных МИС СВЧ</p> <p>Реализация технологии на основе электронной литографии</p> <p>Реализация технологии на основе проекционной литографии</p> <p>Организация работы по повышению выхода годных МИС, разработка ТЗ для корректировки технологических операций</p> | <p>V/03.7</p> <p>V/04.7</p> <p>V/5.7</p> <p>V/6.7</p> | |
| С | <p>Осуществление проектирования и изготовления методами эпитаксии наногетероструктур для ОТР и производства МИС СВЧ</p> | 7 | <p>Проведение расчета параметров технологического процесса эпитаксиального выращивания наногетероструктур на подложках, применяемых в СВЧ-электронике</p> <p>Подготовка и квалификация машин к росту продукции</p> <p>Определение методик тестирования качества эпитаксиальных слоев</p> <p>Проведение статистического анализа поведения установки во время исследования, статистическое сопровождение по группам продукции и контроль качества по спецификации заказчика</p> | <p>C/1.7</p> <p>C/2.7</p> <p>C/3.7</p> <p>C/4.7</p> | 7 |
| D | <p>Проведение ОТР по разработке базовых технологических процессов МИС СВЧ</p> | 7 | <p>Анализ КД и ТЗ на проведение ОТР, оценка достижимости заданных параметров МИС СВЧ по выбираемой или заданной технологии</p> <p>Определение базовых технологических процессов, применяемых материалов и оборудования для изготовления опытных образцов МИС СВЧ</p> <p>Согласование принимаемых решений с представителями заказчика, конструкторскими подразделениями, метрологической службой и другими смежными структурами организации</p> <p>Управление командой по реализации ОТР</p> | <p>D/1.7</p> <p>D/2.7</p> <p>D/3.7</p> <p>D/4.7</p> | 7 |

III. Характеристика обобщенных трудовых функций

3.1. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Моделирование, разработка и внедрение новых технологических процессов производства наногетероструктурных МИС СВЧ | Код | A | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

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

| | |
|-----------------------------------|--|
| Возможные наименования должностей | Ведущий инженер-технолог Инженер-технолог |
|-----------------------------------|--|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - специалитет, магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее одного года работы в должности инженера-технолога |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством порядке ³ ; инструктаж по безопасному ведению работ |

Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|----------|--|
| ОКЗ | 2111 | Физики, химики и специалисты родственных профессий. Физики |
| | 2113 | Физики, химики и специалисты родственных профессий. Химики |
| ЕКС ⁴ | - | Инженер-технолог |
| ОКСО ⁵ | 5507002 | Электроника и микроэлектроника |
| | 01.04.04 | Физическая электроника |

3.1.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Анализ мирового опыта применения материалов наногетероструктурной электроники СВЧ | Код | A/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала | | |
|-----------------------------------|--|---|------------------------------|------------------|---|
| | | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Анализ применения материалов в интегральной электронике СВЧ, основанной на гетерозпитаксиальных структурах | | | | |
| | Анализ физических и технологических принципов разработки и изготовления активных элементов с применением новых и традиционных материалов СВЧ (гетеротранзисторов с высокой подвижностью электронов, низкочастотных диодов и др.) | | | | |
| | Прогноз применения материалов в наногетероструктурной электронике для определения политики организации в области производства наногетероструктурных МИС СВЧ | | | | |
| Необходимые умения | Делать обзоры по отечественным и иностранным источникам информации | | | | |
| Необходимые знания | Технический английский язык | | | | |
| | Основы материаловедения полупроводников и гетероструктур | | | | |
| | Технология наногетероструктурных МИС СВЧ | | | | |
| | Технологическое оборудование для производства МИС СВЧ | | | | |
| Другие характеристики | Технико-экономические и прогнозные исследования в отрасли | | | | |
| | Ответственность за прогнозные оценки развития производства | | | | |
| | Деятельность, направленная на решение нетиповых задач технологического характера | | | | |

3.1.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка планов создания и модернизации технологических линий для освоения новых направлений в наногетероструктурной электронике СВЧ | Код | A/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | | | | | |
|-------------------|---|--|--|--|--|
| Трудовые действия | Анализ тенденций развития технологии, технологического оборудования в области наногетероструктурной электроники СВЧ | | | | |
| | Разработка технически и экономически обоснованных планов развития новых производств или модернизации существующих для освоения новых направлений в производстве МИС СВЧ | | | | |
| | Представление планов развития для обсуждения и принятия на научно-техническом совете (НТС) | | | | |
| Необходимые | Делать обзоры по отечественным и иностранным источникам | | | | |

| | |
|-----------------------|--|
| умения | информации |
| | Готовить планы развития |
| | Готовить презентации |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| | Технология наногетероструктурных МИС СВЧ, исследования в новых направлениях |
| | Технологическое оборудование для производства МИС СВЧ |
| | Технико-экономические и прогнозные исследования в отрасли |
| Другие характеристики | Ответственность за прогнозные оценки развития производства |
| | Деятельность, направленная на решение новых задач технологического характера |

3.1.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Подготовка технического задания (ТЗ) на проведение опытно-технологических работ (ОТР) по разработке новых технологических процессов производства МИС СВЧ | Код | A/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|--------------------|---|
| Трудовые действия | Анализ прогнозных оценок тенденций развития технологии, технологического оборудования в области наногетероструктурной электроники СВЧ |
| | Постановка целей и задач проведения опытно-технологических работ по разработке новых ТП производства МИС СВЧ |
| | Декомпозиция задач ОТР, выделение базовых ТП и установление временных рамок и последовательности их разработки |
| | Представление планов развития для обсуждения и принятия на НТС |
| | Формулирование ТЗ для определенной последовательности разработки базовых технологических процессов |
| | Оформление ТЗ на ОТР |
| | Представление и защита разработанных ТЗ на НТС |
| Необходимые умения | Формулировать цели, задачи, разрабатывать и согласовывать ТЗ на проведение связанных системно ОТР |
| Необходимые знания | Физика и технология наногетероструктурных МИС СВЧ, исследования в новых направлениях |
| | Системный анализ |
| | Методы декомпозиции сложных задач |
| | Технологическое оборудование для производства МИС СВЧ |
| | Технико-экономическое обоснование развития отрасли |
| | Стандарты на проведение опытно-технологических работ |
| Другие | Ответственность за развитие производства |

| | |
|----------------|--|
| характеристики | Деятельность, направленная на решение новых задач технологического характера |
|----------------|--|

3.1.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | <p>Моделирование наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD)</p> | Код | A/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 | Анализ требований КД на МИС СВЧ |
| | Выбор на основе опыта и в соответствии с ТЗ и КД материалов и типа наногетероструктуры |
| | Моделирование наногетероструктур, определение их параметров, необходимых для расчета активных элементов (СВЧ-транзисторов, диодов) с использованием TCAD и других программных продуктов |
| | Моделирование технологического процесса изготовления активных элементов, определение параметров ТП на основе данных моделирования |
| | Моделирование технологических операций изготовления пассивных элементов – линий передачи, конденсаторов, резисторов, мостов, и др. |
| | Отчет о результатах моделирования, согласование его с руководителем и передача технологу для использования при разработке ТД |
| Необходимые умения | Оценивать технические и экономические риски при выборе технологических процессов изготовления МИС СВЧ |
| | Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные подходы при производстве МИС СВЧ |
| Необходимые знания | Основы физики гетероэпитаксиальных структур и приборов |
| | Параметры полупроводниковых материалов |
| | Современные системы моделирования и проектирования СВЧ устройств и МИС СВЧ |
| | Основы технологии МИС СВЧ |
| | Методы сквозного проектирования МИС СВЧ |
| | Единая система технологической документации (ЕСТД), |

| | |
|-----------------------|--|
| | нормативная документация, регламенты, принятые в организации ГОСТ по постановке продукции на производство |
| Другие характеристики | Самостоятельная профессиональная деятельность, предполагающая ответственность за выбор типа гетероструктур и активных элементов, как результат выполнения собственных работ Деятельность, направленная на подготовку заданий на конструирование МИС СВЧ |

3.1.5. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Подготовка технического задания (ТЗ) на разработку маршрутных и операционных карт производства МИС СВЧ на основе разработанной конструкторской документации (КД), документации на отработанные технологические процессы (ТП) и данных моделирования | Код | A/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|--------------------|---|
| Трудовые действия | Анализ требований КД на МИС СВЧ, а также данных моделирования наногетероструктур, активных и пассивных элементов |
| | Оценка на основе опыта и экспериментальных данных реализуемости технологии изготовления на МИС СВЧ и возможных рисков |
| | Выбор на основе нормативных документов ТП, в наиболее полном виде обеспечивающих требования к параметрам МИС СВЧ |
| | Составление ТЗ на разработку ТД с учетом требований КД |
| Необходимые умения | Согласование ТЗ в соответствии с регламентом, принятым в организации |
| | Оценивать технические и экономические риски при выборе технологических процессов изготовления МИС СВЧ |
| | Оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные подходы при производстве МИС СВЧ |
| | Составлять согласно стандартам технические задания на разработку ТД МИС СВЧ |
| | Оформлять ТД для сопровождения производства МИС СВЧ |
| Необходимые знания | Взаимодействовать с коллективами цехов, участков |
| | Основы физики гетероэпитаксиальных структур и приборов |
| | Параметры полупроводниковых материалов |
| | Современные системы моделирования и проектирования СВЧ-устройств и МИС СВЧ |
| | Основы технологии МИС СВЧ |

| | |
|-----------------------|---|
| | Методы сквозного проектирования МИС СВЧ |
| | ЕСТД, нормативная документация, регламенты, принятые в организации |
| | Стандарты по постановке продукции на производство |
| Другие характеристики | Самостоятельная профессиональная деятельность, предполагающая ответственность за выбор типа гетероструктур и активных элементов, как результат выполнения собственных работ |
| | Деятельность, направленная на подготовку заданий на разработку технологических процессов МИС СВЧ |

3.2. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Подготовка комплекта технологической документации (ТД) производства наногетероструктурных МИС СВЧ, организация и сопровождение технологического процесса производства | Код | В | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

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

| | |
|-----------------------------------|--|
| Возможные наименования должностей | Ведущий инженер-технолог Инженер-технолог |
|-----------------------------------|--|

| | |
|--|---|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - специалитет, магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее одного года работы в должности инженера-технолога |
| 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, химики и специалисты родственных профессий. Физики |
| | 2113 | Физики, химики и специалисты родственных профессий. Химики |
| ЕКС | - | Инженер-технолог |

| | | |
|------|---------------------|--|
| ОКСО | 5507002 01.04.04 | Электроника и микроэлектроника Физическая электроника |
|------|---------------------|--|

3.2.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка комплекта технологической документации для производства МИС СВЧ на основе ТЗ и нормативной документации | Код | В/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Анализ КД и ТЗ на разработку МИС СВЧ в части требований к технологии производства |
| | Обоснование выбора маршрутной технологии |
| | Разработка маршрутных карт ТП изготовления МИС СВЧ |
| | Расчет технологических режимов операций |
| | Разработка операционных карт ТП |
| | Оформление технологической документации на ТП, согласование ее в соответствии с установленными регламентами |
| Необходимые умения | Работать с нормативной документацией |
| | Работать в системе автоматизации проектирования (САПР) подготовки ТД для производства МИС СВЧ |
| Необходимые знания | Технология производства МИС СВЧ |
| | Стандарты для подготовки технологической документации |
| | САПР подготовки ТД |
| Другие характеристики | Ответственность за качество технологической документации на производство МИС СВЧ |

3.2.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Планирование и организация сопровождения технологического процесса производства МИС СВЧ | Код | В/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-------------------|--|
| Трудовые действия | Тестовый запуск, сопровождение и контроль выполнения технологических операций в ходе изготовления экспериментальной партии МИС СВЧ |
| | Анализ данных измерения параметров тестовых структур МИС |

| | |
|-----------------------|--|
| | СВЧ, внесение предложений по коррекции режимов в технологическую документацию |
| | Сопровождение установившегося технологического процесса производства МИС СВЧ: формирование баз данных измерения и контроля, составление протоколов и актов контроля параметров МИС |
| | Анализ данных измерений и контроля, предложения об изменении параметров ТП |
| Необходимые умения | Проводить анализ технологической документации |
| | Работать на части технологического оборудования |
| Необходимые знания | Стандарты на ТД: нормативная документация отрасли, организации на технологические процессы |
| | Основы технологии МИС СВЧ |
| | Система менеджмента качества (СМК) |
| Другие характеристики | Профессиональная деятельность, направленная на согласование работ группы инженеров-конструкторов и инженеров-технологов |

3.2.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка методики входного, межоперационного и выходного контроля при производстве 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 ТЗ в части требований к параметрам исходных материалов и выполнения отдельных операций при изготовлении МИС СВЧ |
| | Разработка методик, выбор оборудования входного контроля материалов, используемых в производстве МИС СВЧ: подложек, металлов, диэлектриков и др. |
| | Разработка методик, выбор оборудования межоперационного контроля на тестовых структурах и элементах МИС СВЧ |
| | Разработка методик, выбор оборудования выходного контроля на тестовых структурах и МИС СВЧ |
| | Руководство проведением всех видов контроля |
| | Формирование базы данных всех видов контроля |
| | Статистическая обработка данных контроля с оформлением протоколов и заключений |
| Необходимые умения | Работать на оборудовании входного, межоперационного и выходного контроля при производстве наногетероструктурных МИС СВЧ |
| Необходимые знания | Методы контроля параметров МИС СВЧ и технологических процессов |

| | |
|-----------------------|--|
| Другие характеристики | Ответственность за контроль качества МИС СВЧ |
|-----------------------|--|

3.2.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Реализация технологии на основе электронной литографии | Код | В/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Анализ КД и ТЗ в части требований к реализации ТП на основе электронной литографии |
| | Техническая проверка исходных файлов топологии МИС СВЧ для проведения электронной литографии |
| | Руководство подготовкой подложек для проведения операций экспонирования фоторезистов на установке электронной литографии |
| | Подготовка установки электронной литографии к проведению операций прорисовки топологии |
| | Руководство реализацией операций резист-процессинга после экспонирования подложек |
| | Измерение параметров тестовых структур и элементов МИС СВЧ на подложке, оформление протокола и внесение данных в базу данных участка электронной литографии |
| | Передача подложки на следующий участок в соответствии с маршрутной картой |
| | Регламентные работы по тестированию установки электронной литографии |
| Необходимые умения | Работать с нормативной документацией |
| | Работать в САПР подготовки ТД для производства МИС СВЧ |
| Необходимые знания | Методы электронной литографии |
| | Технология производства МИС СВЧ на основе электронной литографии |
| | Стандарты для подготовки технологической документации |
| | САПР подготовки файлов топологии для электронной литографии |
| Другие характеристики | Ответственность за качество ТП, основанного на электронной литографии |

3.2.5. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Реализация технологии на основе проекционной литографии | Код | В/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение
трудовой функции

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

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Анализ КД и ТЗ в части требований к реализации ТП на основе проекционной литографии |
| | Техническая проверка исходных файлов топологии МИС СВЧ для изготовления фотошаблонов |
| | Руководство изготовлением комплекта фотошаблонов в соответствии с ТЗ |
| | Руководство подготовкой подложек для проведения последовательности операций ТП, основанного на проекционной литографии (фотолитографии) |
| | Подготовка установки проекционной литографии к проведению операций |
| | Руководство реализацией последовательности операций изготовления МИС СВЧ после экспонирования подложек |
| | Измерение параметров тестовых структур и элементов МИС СВЧ на подложке, оформление протокола и внесение данных в базу данных участка проекционной литографии |
| | Передача подложки на следующий участок в соответствии с маршрутной картой |
| | Регламентные работы по тестированию установок проекционной литографии |
| Необходимые умения | Работать с нормативной документацией |
| | Работать в САПР подготовки ТД для производства МИС СВЧ |
| Необходимые знания | Технология производства МИС СВЧ на основе проекционной литографии |
| | Стандарты для подготовки технологической документации |
| | САПР подготовки файлов топологии для проекционной литографии |
| Другие характеристики | Ответственность за качество ТП проекционной литографии |

3.2.6. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Организация работы по повышению выхода годных МИС, разработка ТЗ для корректировки технологических операций | Код | В/06.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение
трудовой функции

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

| | |
|-------------------|---|
| Трудовые действия | Разработка методик статистической обработки данных по уровню отклонений параметров и брака на пластинах наногетероструктурных МИС СВЧ |
|-------------------|---|

| | |
|-----------------------|--|
| | Анализ причин отклонений, отказов и связывание их с исходными параметрами материалов гетероструктур, технологических операций, топологии |
| | Составление программы дополнительных исследований и измерений |
| | Подготовка рекомендации по устранению причин отклонений параметров и брака МИС СВЧ |
| | Разработка ТЗ для корректировки технологических операций и других мероприятий на основе анализа причин отклонений параметров и отказов |
| Необходимые умения | Разрабатывать и владеть методиками статистической обработки данных |
| | Владеть методиками межоперационного контроля |
| | Анализировать результаты экспериментов |
| | Разрабатывать ТЗ |
| | Владеть методологией СМК |
| Необходимые знания | Методы планирования эксперимента |
| | Методы и методики статистического анализа |
| | Теория допусков и теория чувствительности |
| Другие характеристики | Ответственность за процент выхода годных МИС |
| | Деятельность, направленная на решение задач повышения эффективности организации |

3.3. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Осуществление проектирования и изготовления методами эпитаксии наногетероструктур для ОТР и производства МИС СВЧ | Код | С | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

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

| | |
|-----------------------------------|--|
| Возможные наименования должностей | Ведущий инженер-технолог Инженер-технолог |
|-----------------------------------|--|

| | |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - специалитет, магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее одного года работы в должности инженера-технолога |
| 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, химики и специалисты родственных профессий. Физики |
| | 2113 | Физики, химики и специалисты родственных профессий. Химики |
| ЕКС | - | Инженер-технолог |
| ОКСО | 5507002 | Электроника и микроэлектроника |
| | 01.04.04 | Физическая электроника, технические науки |

3.3.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Проведение расчета параметров технологического процесса эпитаксиального выращивания наногетероструктур на подложках, применяемых в СВЧ-электронике | Код | C/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Анализ ТЗ на разработку МИС СВЧ в части требований к материалам и типу наногетероструктуры |
| | Обоснование выбора машины для проведения эпитаксии |
| | Расчет технологических режимов выращивания эпитаксиальных слоев |
| | Моделирование роста гетероструктур с применением TCAD |
| | Разработка технологической документации на изготовление гетероструктур |
| Необходимые умения | Работать на машинах молекулярно-лучевой эпитаксии |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| | Основы материаловедения полупроводников и гетероструктур |
| | Методы эпитаксии для производства гетероструктур, применяемых в нанoeлектронике СВЧ |
| | Работа с установками сверхвысокого вакуума |
| Другие характеристики | Ответственность за качество исходных материалов для МИС СВЧ |

3.3.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Подготовка и квалификация машин к росту продукции | Код | C/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Выполнение регламента подготовки машины к проведению ТП выращивания наногетероструктуры |
| | Подготовка материалов для проведения эпитаксии |
| | Проведение роста наногетероструктур в соответствии с ТП |
| Необходимые умения | Работать на машинах молекулярно-лучевой эпитаксии |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| | Основы материаловедения полупроводников и гетероструктур |
| | Технология молекулярно-лучевой эпитаксии |
| | Работа с установками сверхвысокого вакуума |
| Другие характеристики | Ответственность за качество исходных материалов для МИС СВЧ |

3.3.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Определение методик тестирования качества эпитаксиальных слоев | Код | C/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия | Выбор методов и технических средств для тестирования эпитаксиальных слоев наногетероструктур |
| | Измерение основных параметров в процессе эпитаксии |
| | Измерение параметров выращенных структур при завершении процесса эпитаксии |
| | Формирование базы данных результатов тестирования и измерения |
| Необходимые умения | Работать с приборами и установками измерения параметров наногетероструктур |
| Необходимые знания | Методы измерения и тестирования параметров наногетероструктур |
| | Основы материаловедения полупроводников и гетероструктур |
| Другие характеристики | Ответственность за качество исходных материалов для МИС СВЧ |

3.3.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Проведение статистического анализа поведения установки во время исследования, статистическое сопровождение по группам продукции и контроль качества по спецификации заказчика | Код | C/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Формирование базы данных параметров установки во время реализации процесса роста |
| | Анализ путем статистической обработки точности выполнения операций и результата роста |
| | Анализ данных статистической обработки об отклонениях в реализации роста и выработка корректирующих действий в следующей загрузке |
| | Оформление сдаточных документов с сертификатом наногетероструктур для заказчика |
| Необходимые умения | Проводить статистический анализ |
| | Оформлять протоколы и сертификаты (паспорта) продукции |
| Необходимые знания | Методы статистической обработки данных |
| | Теория и практика управления технологическими процессами |
| Другие характеристики | Ответственность за качество исходных материалов для МИС СВЧ |

3.4. Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Проведение ОТР по разработке базовых технологических процессов МИС СВЧ | Код | D | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

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

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Возможные наименования должностей | Ведущий инженер-технолог |
|-----------------------------------|--------------------------|

| | |
|----------------------------|--|
| Требования к образованию и | Высшее образование - специалитет, магистратура |
|----------------------------|--|

| | |
|--|--|
| обучению | |
| Требования к опыту практической работы | Не менее одного года работы в должности инженера-технолога |
| 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, химики и специалисты родственных профессий. Физики |
| | 2113 | Физики, химики и специалисты родственных профессий. Химики |
| ЕКС | - | Инженер-технолог |
| ОКСО | 5507002 01.04.04 | Электроника и микроэлектроника Физическая электроника |

3.4.1. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Анализ КД и ТЗ на проведение ОТР, оценка достижимости заданных параметров МИС СВЧ по выбираемой или заданной технологии | Код | D/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

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

| | |
|--------------------|---|
| Трудовые действия | Анализ экспериментальных данных предыдущих разработок |
| | Оценка достижимости параметров путем моделирования основных электрических и эксплуатационных параметров, а также технологии изготовления активных и пассивных элементов МИС СВЧ |
| | Организация проведения экспертных оценок достижимости заданных параметров по ТЗ |
| | Разработка предложений о коррекции ТЗ на ОТР (в случае критичности достижения отдельных параметров) |
| Необходимые умения | Разрабатывать и владеть методами моделирования элементов и МИС в СВЧ диапазоне |
| | Владеть методиками экспертных оценок |
| | Владеть методологией СМК |
| Необходимые знания | Методы моделирования активных и пассивных элементов МИС СВЧ |

| | |
|-----------------------|--|
| | Методики экспертных оценок |
| Другие характеристики | Ответственность за корректность оценки ТЗ на реализуемость |

3.4.2. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Определение базовых технологических процессов, применяемых материалов и оборудования для изготовления опытных образцов МИС СВЧ | 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 технического задания на ОТР, определение базовых технологических процессов для реализации целей ОТР |
| | Обоснование применения материалов, используемых при производстве МИС СВЧ |
| | Разработка перечня оборудования для реализации технологического процесса производства МИС |
| | Разработка технико-экономического обоснования выбранных решений |
| | Защита на НТС обоснованных технологических решений реализации ОТР |
| Необходимые умения | Оформлять технические решения в виде пояснительной записки, презентации, согласовывать их в соответствии с установленным регламентом и представлять на НТС |
| Необходимые знания | Системный анализ |
| | Нормативная документация и описания базовых технологических процессов |
| | Основы материаловедения применительно к электронике СВЧ |
| | Методики проведения технико-экономических исследований при производстве высокотехнологичной продукции |
| Другие характеристики | Профессиональная деятельность, направленная на развитие инновационных разработок |

3.4.3. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Согласование принимаемых решений с представителями заказчика, конструкторскими подразделениями, метрологической службой и другими смежными структурами организации | Код | D/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение
трудовой функции

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

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Разработка комплекса согласованных мероприятий по улучшению параметров технологического процесса и МИС СВЧ |
| | Системный анализ влияния принимаемых согласованных решений на качественное и количественное улучшение основных параметров технологического процесса и МИС СВЧ |
| Необходимые умения | Принимать согласованные решения |
| | Владеть методологией СМК |
| Необходимые знания | Системный анализ |
| | Теория и практика принятия оптимальных решений |
| | Процессный метод системы менеджмента качества |
| Другие характеристики | Ответственность за конечный результат, удовлетворяющий заказчика и имеющий перспективу производства электронных компонент СВЧ-техники |

3.4.4. Трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Управление командой по реализации ОТР | Код | D/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---------------------------------------|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение
трудовой функции

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

| | |
|-----------------------|---|
| Трудовые действия | Постановка частных задач исследовательским и производственным коллективам для достижения основного результата |
| | Контроль и оценка достижений заданных результатов |
| Необходимые умения | Декомпонировать ТЗ без потери системности |
| | Принимать согласованные решения |
| | Владеть методологией СМК |
| Необходимые знания | Системный анализ |
| | Теория и практика принятия оптимальных решений |
| | Процессный метод системы менеджмента качества |
| Другие характеристики | Ответственность за выполнение всех требований ТЗ на ОТР |

IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта

4.1. Ответственная организация-разработчик

| |
|--|
| Фонд инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО) |
| Генеральный директор Свинарченко Андрей Геннадьевич |

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», город Томск |
| 5. | ООО «НПФ «Сибтроника», город Томск |
| 6. | ООО «РИД», город Томск |
| 7. | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР), город Томск |

¹Общероссийский классификатор занятий

²Общероссийский классификатор видов экономической деятельности

³Приказ 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 в Минюсте России 21 октября 2011 г., регистрационный № 22111), с изменением, внесенным приказом Минздрава России от 15 мая 2013 г. № 296н (зарегистрирован в Минюсте России 3 июля 2013 г., регистрационный № 28970)

⁴Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих

⁵Общероссийский классификатор специальностей по образованию