УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства

труда и социальной защиты
Российской Федерации
от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_\_

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

**Инженер-технолог в сфере производства элементов интегральной фотоники**

|  |
| --- |
|  |
| Регистрационный номер |

Содержание

I. Общие сведения 2

I.I Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт 3

(функциональная карта вида профессиональной деятельности) 3

III. Характеристика обобщенных трудовых функций 7

3.1 Обобщенная трудовая функция «Моделирование и экспериментальная апробация технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем в технологическом модуле организации» 7

3.2 Обобщенная трудовая функция «Планирование, разработка и сопровождение технологических маршрутов и процессов производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации» 16

3.3 Обобщенная трудовая функция «Планирование и контроль функционирования технологического модуля организации по производству элементов интегральной фотоники» 25

3.4 Обобщенная трудовая функция «Метрологическое обеспечение производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации» 33

3.5 Обобщенная трудовая функция «Организация проведения исследований в области проектирования и производства элементов интегральной фотоники и внедрения новых технологий производства в организации» 41

IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта 51

# I Общие сведения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработка, внедрение и обеспечение процессов производства элементов интегральной фотоники |  |  |
| (наименование вида профессиональной деятельности) | Код |

Основная цель вида профессиональной деятельности:

|  |
| --- |
| Технологическое обеспечение проектирования и внедрения новых технологий производства элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем, включая сопровождение и модернизацию экспериментального и серийного производства |

Группа занятий:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1223 | Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам | 2141 | Инженеры в промышленности и производстве  |
| (код ОКЗ[[1]](#endnote-2)) | (наименование) | (код ОКЗ) | (наименование) |

Отнесение к видам экономической деятельности:

|  |  |
| --- | --- |
| 26.11.3 | Производство интегральных электронных схем |
| 71.12.12 | Разработка проектов промышленных процессов и производств, относящихся к электротехнике, электронной технике, горному делу, химической технологии, машиностроению, а также в области промышленного строительства, системотехники и техники безопасности |
| 72.19.3 | Научные исследования и разработки в области нанотехнологий |
| (код ОКВЭД[[2]](#endnote-3)) | (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 и экспериментальная апробация технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем в технологическом модуле организации | 7 | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники | А/01.7 | 7 |
| Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления фотонных интегральных схем (далее - ФИС) | А/02.7 | 7 |
| Проведение экспериментальной апробации технологических маршрутов и процессов изготовления ФИС, освоение новых видов оборудования, технологической оснастки | А/03.7 | 7 |
| Планирование и организация работ по запуску, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники | А/04.7 | 7 |
| Разработка и внедрение стандартов организации по серийному производству элементов интегральной фотоники | А/05.7 | 7 |
| B | Планирование, разработка и сопровождение технологических маршрутов и процессов производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации | 7 | Разработка маршрутных технологических и процессных технологических карт по проведению процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС | B/01.7 | 7 |
| Аттестация и сопровождение маршрута производства элементов интегральной фотоники и ФИС | B/02.7 | 7 |
| Разработка и экспериментальная проверка технологических процессных блоков (микромаршрутов), объединение их в общий технологический маршрут производства элементов интегральной фотоники | B/03.7 | 7 |
| Планирование и контроль внедрения новых технологических процессов производства элементов интегральной фотоники, включая запуск нового оборудования | B/04.7 | 7 |
| C | Планирование и контроль функционирования технологического модуля организации по производству элементов интегральной фотоники | 7 | Контроль соблюдения технологической дисциплины, инфраструктурных параметров технологического модуля производства элементов интегральной фотоники, машинных характеристик оборудования | C/01.7 | 7 |
| Параметрический и межоперационный контроль технологических операций производства элементов интегральной фотоники | C/02.7 | 7 |
| Разработка предложений по модернизации технологического процесса производства элементов интегральной фотоники, технологического оборудования и технологической оснастки | C/03.7 | 7 |
| Разработка и реализация мероприятий по предупреждению и устранению причин брака элементов интегральной фотоники | C/04.7 | 7 |
| Координация деятельности подчиненного персонала (операторов и наладчиков технологического оборудования) по группам технологических процессов производства элементов интегральной фотоники | C/05.7 | 7 |
| D | Метрологическое обеспечение производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации | 7 | Разработка, внедрение и аттестация методик выполнения измерения, испытаний и контроля при производстве элементов интегральной фотоники  | D/01.7 | 7 |
| Поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (далее - КИО), применяемого при производстве элементов интегральной фотоники  | D/02.7 | 7 |
| Контроль характеристик волноводных слоев и параметров элементов интегральной фотоники и ФИС различного функционала на подложке (пластине), выходной контроль оптических и оптико-электрических параметров ФИС | D/03.7 | 7 |
| Проведение тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники | D/04.7 | 7 |
| E | Организация проведения исследований в области проектирования и производства элементов интегральной фотоники и внедрения новых технологий производства в организации | 7 | Мониторинг и изучение мировых тенденций развития производства элементов интегральной фотоники | E/01.7 | 7 |
| Планирование и организация проведения исследовательских, проектных и технологических работ организации по созданию новых элементов интегральной фотоники | E/02.7 | 7 |
| Координация работ по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники с использованием специализированных программных систем | E/03.7 | 7 |
| Планирование и организация проведения экспериментальных исследований для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники | E/04.7 | 7 |
| Формирование технологической базы для производства новых элементов интегральной фотоники  | E/05.7 | 7 |

# III Характеристика обобщенных трудовых функций

## 3.1 Обобщенная трудовая функция

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Моделирование и экспериментальная апробация технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем в технологическом модуле организации | Код | A | Уровень квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер-технолог I категории (в области производства элементов интегральной фотоники) |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование ─ программы магистратуры |
| Требования к опыту практической работы | Не менее двух лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)[[3]](#endnote-4)  |
| Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда[[4]](#endnote-5) |
| Прохождение обучения мерам пожарной безопасности[[5]](#endnote-6) |
| Другие характеристики | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

Дополнительные характеристики

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2141 | Инженеры в промышленности и производстве |
| ЕКС[[6]](#endnote-7) | - | Инженер-электроник |
| - | Инженер-технолог |
| ОКПДТР[[7]](#endnote-8) | 22864 | Инженер-электроник |
| 22854 | Инженер-технолог |
| ОКСО[[8]](#endnote-9) | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств |
| 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника |
| 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика |
| 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника |

**3.1.1 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники | Код | A/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Трудовые действия | Разработка компьютерных моделей базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники |
| Исследование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев элементов интегральной фотоники от входных параметров базовых технологических операций |
| Проведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоники для достижения требуемых характеристик |
| Формирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, обеспечивающих формирование заданного элемента интегральной фотоники |
| Компьютерная апробация технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов элемента интегральной фотоники |
| Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления элемента интегральной фотоники |
| Компьютерная апробация технологического маршрута формирования заданного элемента интегральной фотоники |
| Необходимые умения | Проектировать компьютерные модели базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники с применением систем автоматизированного проектирования (далее – САПР) |
| Рассчитывать и анализировать зависимости характеристик формируемых интегральных слоев от входных параметров базовых технологических операций с использованием САПР |
| Определять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик |
| Необходимые знания | Возможности средств САПР |
| Методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники |
| Принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации |
| Модели технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники  |
| Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники |
| Технические возможности и номенклатура оборудования на производстве элементов интегральной фотоники |
| Основные характеристики технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоники |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.1.2 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления фотонных интегральных схем (далее - ФИС) | Код | A/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Формирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, составляющих маршрут изготовления фотонной интегральной схемы |
| Разработка компьютерных моделей базовых технологических операций производственного цикла ФИС, используемых для формирования их электронных и оптических элементов  |
| Компьютерное моделирование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев фотонной интегральной схемы от входных параметров базовых технологических операций |
| Проведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций, используемых в конкретном маршруте изготовления фотонной интегральной схемы |
| Формирование и компьютерное моделирование технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов фотонной интегральной схемы |
| Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления фотонной интегральной схемы |
| Компьютерная апробация и формирование компьютерного двойника технологического маршрута создания фотонной интегральной схемы |
| Необходимые умения | Разрабатывать компьютерные модели базовых технологических операций и маршрутов изготовления фотонной интегральной схемы с использованием средств САПР  |
| Осуществлять выбор моделей для численного моделирования процессов формирования основных интегральных элементов интегральной фотоники и проводить оценку параметров интегральной структуры |
| Рассчитывать зависимости характеристик формируемых слоев и функциональных элементов фотонной интегральной схемы от входных параметров и последовательности проведения технологических операций с использованием средств САПР |
| Определять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик |
| Необходимые знания | Методы физико-технологического моделирования |
| Математический аппарат, высшая математика, математический анализ |
| Методы статистического анализа |
| Теория планирования эксперимента и обработки данных |
| ГОСТ или технические требования на материалы, используемые для производства ФИС |
| Возможности средств САПР и методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИС |
| Модели технологических операций и маршрутов изготовления ФИС |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС |
| Возможности оборудования на производстве ФИС, основные характеристики технологических операций |
| Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации  |
| Физика твердого тела |
| Физика фотонных и полупроводниковых наноразмерных приборов |
| Неорганическая химия, физическая химия |
| Основы физики наноразмерных пленок |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.1.3 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Проведение экспериментальной апробации технологических маршрутов и процессов изготовления ФИС, освоение новых видов оборудования, технологической оснастки | Код | A/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Планирование технологических экспериментов по отработке маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и разработка соответствующих технологических процессов |
| Разработка и утверждение экспериментального маршрута и комплекта технологической документации на изготовление элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Разработка методик исследования и анализа параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Проведение экспериментальных исследований на тестовых структурах и пластинах процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Проведение измерений структурных и функциональных параметров элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Сопровождение экспериментальных партий пластин в кристальном производстве |
| Проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов изготовления ФИС, новых видов оборудования и технологической оснастки |
| Разработка базовых технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производство |
| Оптимизация параметров технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производство |
| Диагностика и определение причин отклонения параметров формируемых структур от заданных |
| Необходимые умения | Анализировать и сопоставлять результаты моделирования и экспериментальных проверок входных параметров технологических операций и технологических модулей маршрута изготовлении элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, используемом в кристальном производстве |
| Проводить исследования и анализ параметров формируемых структур, элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Производить статистический анализ экспериментальных данных и определять причины отклонения параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Работать с технологической документацией |
| Использовать методы и программы статистического анализа результатов экспериментов |
| Необходимые знания | Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Мировые достижения в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методики исследования и анализа параметров и структурных частей формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и нанофотоники |
| Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации |
| Возможности используемых средств САПР |
| Методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИС |
| Модели технологических операций и маршрутов изготовления ФИС |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления ФИС |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС |
| Методики планирования экспериментов |
| Методы и программы статистического анализа результатов экспериментов |
| Технологические режимы работы используемого оборудования |
| Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Системы менеджмента качества (далее - СМК) конкретных организаций |
| Операционные технологические, маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.1.4 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Планирование и организация работ по запуску, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники | Код | A/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Определение технических и производственных требований к оборудованию, используемому при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Изучение документации на оборудование для производства элементов интегральной фотоники (инструкции, схемы, регламенты обслуживания) |
| Разработка детального плана и определение последовательности действий при запуске, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники с указанием сроков и ответственных |
| Формирование команды специалистов (инженеров, техников, операторов) и назначение ответственного за запуск и наладку оборудования |
| Проведение проверки состояния оборудования для производства элементов интегральной фотоники перед запуском и проверка наличия всех необходимых запасных частей, оснастки и инструментов |
| Проведение инструктажа для операторов и технического персонала по технике безопасности при работе с новым оборудованием (по решению руководителя организации) |
| Проведение первичного запуска оборудования для производства элементов интегральной фотоники, проверка соответствия паспортным данным его машинных и технологических характеристик |
| Определение потребности в расходных материалах и запасных частях для обеспечения технологического процесса производства элементов интегральной фотоники |
| Составление и утверждение инструкций по эксплуатации нового оборудования для производства элементов интегральной фотоники и регламентов его обслуживания |
| Разработка тестовых структур для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники |
| Обеспечение режима работы персонала в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Необходимые умения | Проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров |
| Работать с технической документацией |
| Осуществлять технологический надзор |
| Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоники |
| Измерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных слоев элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Заполнять сопроводительные формы документации в соответствии со стандартами организации |
| Рассчитывать потребление материалов для обеспечения технологического участка производства элементов интегральной фотоники необходимыми материалами и реагентами |
| Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость |
| Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники  |
| Необходимые знания | Аппаратные и технологические режимы работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники |
| СМК организации  |
| Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты контроля и обслуживания оборудования |
| Операционные технологические, маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы и программы статистического анализа результатов экспериментов  |
| Требования к материально-техническому обеспечению рабочего места соответствующей технологической операции |
| Положения Единой системы технологической подготовки производства |
| Стандарты и каталоги на средства технологического оснащения производства элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методики планирования экспериментов |
| Технологические режимы работы используемого оборудования |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.1.5 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка и внедрение стандартов организации по серийному производству элементов интегральной фотоники | Код | A/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Формирование рабочей группы, состоящей из инженеров по оборудованию, технологов, менеджеров качества, назначение координатора проекта |
| Изучение существующих международных и национальных стандартов в области фотоники и смежных технологий |
| Проведение оценки потребностей потребителей и требований к продукции (элементам интегральной фотоники) |
| Разработка конкретных задач для каждой категории стандартов организации |
| Описание всех этапов производства элементов интегральной фотоники, включая проектирование, изготовление, тестирование и упаковку и подготовка проектов стандартов организации, включая технические условия, методики испытаний и контроля качества |
| Апробация разрабатываемых стандартов организации на практике для выявления их недостатков, фиксация результатов апробации, и оценка эффективности предложенных стандартов |
| Обсуждение стандартов организации с представителями всех подразделений организации для получения обратной связи и корректировка стандартов: внесение изменений в стандарты на основе полученной информации |
| Подготовка плана по внедрению стандартов организации в процессы производства элементов интегральной фотоники  |
|  Проведение технологического инструктажа для сотрудников по стандартам организации (по решению руководителя организации) |
| Подготовка рабочей версии стандартов организации и сопутствующей локальной технической документации  |
| Разработка и утверждение процедуры мониторинга соблюдения стандартов организации на всех этапах производства |
| Проведение контрольных мероприятий на соответствие производственных процессов установленным стандартам организации |
| Обновление положений стандартов организации в соответствии с новыми технологиями и изменениями на рынке |
| Необходимые умения | Планировать, организовывать и контролировать проекты, включая управление ресурсами и сроками |
| Работать в команде, координировать действия различных специалистов |
| Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга |
| Выявлять и анализировать причины возникновения проблем при производстве элементов интегральной фотоники и предлагать решения |
| Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией |
| Осваивать новые технологии и методы работы |
| Необходимые знания | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации |
| Свойства материалов, используемых в производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Cспециализированное программное обеспечение для проектирования элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники |
| Методы контроля качества и системы управления качеством |
| Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС |
| Технические возможности оборудования для производства элементов интегральной фотоники на производстве  |
| Основные характеристики технологических операций в производстве элементов интегральной фотоники |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

##

## 3.2 Обобщенная трудовая функция

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Планирование, разработка и сопровождение технологических маршрутов и процессов производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации | Код | В | Уровень квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер I категории по внедрению новой техники и технологии кристального производства и элементов интегральной фотоники |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование ─ программы магистратуры |
| Требования к опыту практической работы | Не менее двух лет в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) |
| Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда |
| Прохождение обучения мерам пожарной безопасности |
| Другие характеристики | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

Дополнительные характеристики

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2141 | Инженеры в промышленности и производстве  |
| ЕКС | - | Инженер по внедрению новой техники и технологии |
| - | Инженер-проектировщик |
| ОКПДТР | 22854 | Инженер-технолог |
| 22864 | Инженер-электроник |
| 22827 | Инженер-проектировщик |
| ОКСО | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств |
| 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника |
| 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика |
| 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника |

**3.2.1 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка маршрутных технологических и процессных технологических карт по проведению процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС | Код | В/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Трудовые действия | Изучение содержания технологических стандартов организации |
| Подготовка операционных технологических и маршрутных технологических карт в соответствии со стандартами организации и утвержденным пооперационным маршрутом изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
| Утверждение документации в соответствии с регламентом организации |
|  Проведение технологического инструктажа для сотрудников по приемам и порядку действий в кристальном производстве элементов интегральной фотоники и ФИС в соответствии с технологической документацией (по решению руководителя организации) |
| Необходимые умения | Работать с технологической и нормативной документацией |
| Пользоваться автоматизированной системой подготовки техническойдокументации для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией |
| Осваивать новые технологии и методы работы |
| Необходимые знания | Технологические стандарты организации |
| Автоматизированная система подготовки технической документации организации |
| Состав, структура и содержание форм технологической документации  |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники |
| Методы контроля качества и системы управления качеством  |
| Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.2.2 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Аттестация и сопровождение маршрута производства элементов интегральной фотоники и ФИС | Код | В/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала  |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Разработка и утверждение стандартов и процедур для аттестации маршрута производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Подготовка технической документации, включая спецификации, инструкции по эксплуатации и методики испытаний маршрутов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Проведение тренингов для сотрудников, занимающихся производством элементов интегральной фотоники и ФИС и контролем их качества (по решению руководства) |
|  Проведение технологического инструктажа для сотрудников по методам работы с оборудованием и технологиями, применяемыми в производстве элементов интегральной фотоники, в соответствии с технологической документацией (по решению руководителя организации) |
| Проведение регулярных проверок и тестирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Сопровождение процедур и документации системы управления качеством для обеспечения соответствия параметров продукции установленным требованиям |
| Проверка и калибровка оборудования, используемого для производства и тестирования элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Мониторинг состояния и функциональности технологического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Сбор данных о процессе производства элементов интегральной фотоники и ФИС для его оценки и оптимизации |
| Сбор и оценка статистических данных о разбросе параметров технологических операций и его влиянии на характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Мониторинг параметров процесса производства и тестирования элементов интегральной фотоники и ФИС в реальном времени |
| Разработка и утверждение регламента испытаний готовых изделий на соответствие требованиям |
| Оценка результатов испытаний и статистического анализа и, при необходимости, внесение корректировок в производственный процесс |
| Подготовка отчетности о проведенных испытаниях и регистрация всех изменений в процессе производства |
| Диагностика и устранение причин отклонений выходных параметров технологических операций |
| Необходимые умения | Работать с технологической и нормативной документацией |
| Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Выявлять проблемы при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС, анализировать их причины и предлагать решения |
| Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоники |
| Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых структур на всех этапах изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной электроники и ФИС и определять причины отклонения параметров |
| Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость |
| Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования |
| Необходимые знания | Технологические стандарты организации |
| Автоматизированная система подготовки технической документации организации |
| Состав, структура и содержание форм технологической документации |
| Автоматизированная система подготовки технической документации организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС |
| Возможности оборудования на производстве ФИС, основные характеристики технологических операций |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники |
| Методы контроля качества и системы управления качеством  |
| Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.2.3 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка и экспериментальная проверка технологических процессных блоков (микромаршрутов), объединение их в общий технологический маршрут производства элементов интегральной фотоники | Код | В/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Формирование технического задания и плана проведения экспериментальных работ по разработке процессных блоков и производству элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Параметрические исследования и оптимизация базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники в соответствии с техническим заданием |
| Определение процессного состава технологических блоков и последовательности проведения технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, обеспечивающей формирование фрагментов или элементов интегральной фотоники с требуемыми топологическими и физико-химическими характеристиками |
| Экспериментальная апробация технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Проведение исследований топологических, физико-химических и оптических характеристик фрагментов элементов интегральной фотоники |
| Оценка результатов измерений и выявление причин возможных отклонений характеристик фрагментов элементов интегральной фотоники от заданных |
| Коррекция операционных параметров технологических операций и параметров микромаршрута формирования фрагментов элементов интегральной фотоники для достижения требуемых характеристик |
| Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления элемента интегральной фотоники и/или ФИС |
| Экспериментальная апробация технологического маршрута формирования заданного элемента интегральной фотоники и/или ФИС |
| Проведение измерений функциональных характеристик элемента интегральной фотоники и ФИС |
| Оценка причин отклонений параметров технологических и функциональных характеристик формируемых элементов интегральной фотоники |
| Коррекция технологического маршрута формирования элементов интегральной фотоники и/или ФИС |
| Внесение изменений в технологическую документацию по процессам изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Необходимые умения | Планировать экспериментальные работы по разработке процессных блоков и производству элементов интегральной фотоники и ФИС и оценивать их трудоемкость |
| Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, имеющимся в кристальном производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых слоев и структур на каждом технологическом этапе изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров |
| Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники |
| Работать с технологической и нормативной документацией |
| Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Выявлять технологические проблемы производства элементов интегральной фотоники, анализировать их причины и предлагать решения |
| Необходимые знания | Технические характеристики элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов |
| Основные параметры технологических операций и базового маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Возможности технологического и аналитического оборудования, имеющегося в организации и предлагаемого производителями для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.2.4 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Планирование и контроль внедрения новых технологических процессов производства элементов интегральной фотоники, включая запуск нового оборудования | Код | В/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Подготовка рекомендаций по изменению технологического маршрута производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС, формирование перечня необходимого для этого технологического и аналитического оборудования |
| Формирование и утверждение плана закупок или модернизации оборудования или оснастки для производства элементов интегральной фотоники |
| Согласование с поставщиками технических характеристик технологического или аналитического оборудования и технологической оснастки, а также вспомогательных и расходных материалов |
| Определение и согласование целей и задач проведения экспериментальных технологических работ по разработке технологических процессов и технологических модулей производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС с использованием нового оборудования |
| Проведение тестового запуска и аттестации нового оборудования для производства элементов интегральной фотоники |
| Сбор и оценка статистических данных о влиянии операционных параметров новых технологических процессов на функциональные характеристики элементов интегральной фотоники и/или ФИС или их фрагментов |
|  Контроль и оценка полноты выполнения трудовых функций операторов и наладчиков (по решению руководителя организации) |
| Необходимые умения | Проводить анализ режимов работы оборудования и определять причины отклонения параметров |
| Выявлять технологические проблемы производства элементов интегральной фотоники, анализировать их причины и предлагать решения |
| Определять экономическую целесообразность и риски внедрения новоготехнологического оборудования и технологий производства элементов интегральной фотоники |
| Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость |
| Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием |
| Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых слоев и структур на каждом технологическом этапе изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники |
| Работать с технологической и нормативной документацией |
| Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Работать с конкурсной документацией, готовить информацию для подготовки контрактов на закупку оборудования, оснастки и материалов для производства элементов интегральной фотоники |
| Необходимые знания | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, и структур, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Возможности технологического и аналитического оборудования, имеющегося в организации и предлагаемого производителями для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов |
| Основные параметры технологических операций и базового маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники  |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

## 3.3 Обобщенная трудовая функция

#

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Планирование и контроль функционирования технологического модуля организации по производству элементов интегральной фотоники | Код | С | Уровень квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер-технолог кристального производства элементов интегральной фотоники |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование ─ программы магистратуры |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)  |
| Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда |
| Прохождение обучения мерам пожарной безопасности |
| Другие характеристики | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

Дополнительные характеристики

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2141 | Инженеры в промышленности и производстве  |
| ЕКС | - | Инженер-технолог |
| ОКПДТР | 22854 | Инженер-технолог |
| ОКСО | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств |
| 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника |
| 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика |
| 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника |

**3.3.1 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Контроль соблюдения технологической дисциплины, инфраструктурных параметров технологического модуля производства элементов интегральной фотоники, машинных характеристик оборудования | Код | С/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Трудовые действия | Мониторинг соблюдения требований технологических стандартов организации по обеспечению производственного цикла изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Контроль за выполнением операторами, наладчиками и вспомогательным персоналом операторов правил выполнения технологических, контрольных операций и вспомогательных действий, включая транспортировку и хранение транспортировки рабочих партийпластин в соответствие с действующей технологической документацией |
| Мониторинг параметров чистого производственного помещения, зон обслуживания оборудования и вспомогательных помещений |
| Контроль за проведением регламентного обслуживания технологического и аналитического оборудования, используемого в производственном цикле изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Контроль за стабильностью характеристик используемых энергоносителей и материалов |
| Необходимые умения | Работать с нормативной и технологической документацией |
| Производить статистический анализ экспериментальных данных и определять причины отклонения параметров технологического модуля производства элементов интегральной фотоники, машинных характеристик оборудования |
| Осуществлять технологический надзор за производственном циклом изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Использовать оборудование для производства элементов интегральной фотоники в соответствии с технологической и эксплуатационной документацией |
| Выявлять технологические проблемы производства элементов интегральной фотоники, анализировать их причины и предлагать решения |
| Проводить анализ режимов работы энергетического и технологического оборудования организации для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров |
| Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления и статистического анализа производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Необходимые знания | Технологические стандарты организации |
| Автоматизированная система подготовки технической документации организации |
| Состав, структура и содержание форм технологической документации |
| Автоматизированная система подготовки технической документации организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав, принцип работы используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники |
| Методы контроля качества и системы управления качеством  |
| Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанных с производственными процессами |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Методы анализа и контроля режимов работы энергетического и технологического оборудования организации |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.3.2 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Параметрический и межоперационный контроль технологических операций производства элементов интегральной фотоники | Код | С/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала  |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Статистический анализ выходных параметров технологических операций |
| Мониторинг работы персонала кристального производства по выполнению ими требований технологической документации по проведению процессов, осуществлению контрольных операций, транспортировке и хранению партий пластин |
| Мониторинг условий эксплуатации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
| Определение и устранение причин отклонения параметров технологических операций от заданных |
| Выявление и установление причин возникновения брака элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Разработка, согласование и реализация мероприятий по устранению причин технологического и параметрического разброса при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Необходимые умения | Измерять параметры формируемых слоев и фрагментов элементов интегральной фотоники |
| Производить статистический анализ и определять причины отклонения параметров технологических операций производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Осуществлять технологический надзор производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Работать с конструкторской и технологической документацией |
| Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоники |
| Выявлять и анализировать различные виды и причины возникновения производственного брака |
| Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных |
| Проводить анализ режимов работы энергетического и технологического оборудования организации и определять причины отклонения параметров  |
| Выявлять технологические проблемы, анализировать их причины и предлагать решения |
| Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления и статистического анализа производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
| Необходимые знания | Состав, структура и содержание форм технологической документации |
| Автоматизированная система управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС, действующая в организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.3.3 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка предложений по модернизации технологического процесса производства элементов интегральной фотоники, технологического оборудования и технологической оснастки | Код | С/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Выявление отклонений функциональных характеристик элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов |
| Составление рекомендаций по изменению технологического маршрута изделия, внедрению нового или модернизации действующего оборудования |
| Формулирование технических требований к функциональным характеристикам модернизируемого действующего или закупаемого нового технологического, аналитического и вспомогательного оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС, а также необходимой технологической оснастки с учетом технологичности и минимизации затрат на производство продукции |
| Исследование влияния используемых расходных материалов и энергоносителей на качество выпускаемых изделий |
| Составление и обоснование требований к изменению параметров используемых в производстве расходных материалов и энергоносителей |
| Изучение предложений поставщиков оборудования |
| Согласование с производителями и поставщиками технических характеристик используемых материалов, энергоносителей, технологического оборудования и технологической оснастки |
| Необходимые умения | Измерять функциональные параметры формируемых слоев, фрагментов и готовых элементов интегральной фотоники |
| Анализировать технологический маршрут и выявлять проблемы, приводящие к отклонениям параметров изделия, браку, уменьшению процента выхода годных изделий или снижению общей производительности производства |
| Производить статистический анализ и определять причины отклонения от заданных функциональных параметров фрагментов и готовых элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Осуществлять технологический надзор за производством элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Работать с конструкторской и технологической документацией |
| Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоники |
| Выявлять различные виды и причины возникновения производственного брака |
| Производить анализ технических и технологических параметров технологического и аналитического оборудования, технологической и вспомогательной оснастки, а также используемых расходных материалов и энергоносителей |
| Разрабатывать технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов |
| Анализировать технические предложения и проекты поставщиков на оборудование, технологическую оснастку, материалы, энергоносители, средства автоматизации на соответствие требованиям производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Готовить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации реализуемого технологического процесса производства элементов интегральной фотоники, технологического оборудования и технологической оснастки |
| Необходимые знания | Научный и технологический уровень производства элементов интегральной фотоники и ФИС на предприятиях Российской Федерации и в мире |
| Основные производители и поставщики технологического, аналитического оборудования, расходных материалов и технологической оснастки |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники |
| Методы контроля качества и системы управления качеством |
| Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.3.4 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка и реализация мероприятий по предупреждению и устранению причин брака элементов интегральной фотоники | Код | С/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Статистический анализ отклонений входных и выходных параметров технологических и вспомогательных операций, а также функциональных характеристик элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов |
| Формирование экспертной группы инженеров-технологов для анализа возможных причин появления брака |
| Разработка перечня организационных мероприятий для превентивного выявления причин отклонений параметров производственного процесса |
| Согласование и проведение при необходимости экспериментальных исследований для выявления возможных причин брака элементов интегральной фотоники |
| Подготовка рекомендаций по устранению причин отклонения параметров технологического процесса от заданных, внесение изменений в производственные регламенты, технологическую документацию и технологический процесс |
| Разработка тестовых структур для контроля технологических операций и оборудования |
| Необходимые умения | Проводить анализ и определять причины отклонения параметров технологического процесса от заданных |
| Разрабатывать рекомендации по устранению причин сбоя оборудования |
| Работать с конструкторской и технологической документацией |
| Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоники  |
| Выявлять и анализировать организационные и технологические причины возникновения брака |
| Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов |
| Производить анализ режимов технологического процесса и определять причины отклонения параметров |
| Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных |
| Разрабатывать и оформлять технические предложения по устранению брака |
| Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, используемом в кристальном производстве |
| Разрабатывать методики исследования и анализа параметров формируемых структур, элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Анализировать и сопоставлять результаты моделирования и экспериментальных проверок входных параметров технологических операций и технологических модулей маршрута изготовлении элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Необходимые знания | Автоматизированная система управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС, действующая в организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы и программы статистического анализа |
| Технологические режимы работы используемого оборудования |
| СМК организации |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.3.5 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Координация деятельности подчиненного персонала (операторов и наладчиков технологического оборудования) по группам технологических процессов производства элементов интегральной фотоники | Код | С/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия |  Контроль и оценка полноты выполнения трудовых функций подчиненного персонала, работающего на технологическом и аналитическом оборудовании  |
| Планирование и организация мероприятий по повышению квалификации подчиненного персонала |
| Составление сменных заданий подчиненному персоналу и контроль за их выполнением  |
| Необходимые умения | Работать на технологическом и аналитическом оборудовании для производства элементов интегральной фотоники в соответствии с требованиями паспортной и технологической документации |
| Формулировать производственные задачи подчиненному персоналу |
| Оказывать подчиненному персоналу помощь в изучении технологических схем и документации |
| Вести работы с соблюдением требований охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Необходимые знания | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники |
| Методы контроля качества и системы управления качеством |
| Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

##

## 3.4 Обобщенная трудовая функция

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Метрологическое обеспечение производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации | Код | D | Уровень квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер (по метрологическому обеспечению кристального производства элементов интегральной фотоники) |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование ─ программы магистратуры |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)  |
| Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда |
| Прохождение обучения мерам пожарной безопасности |
| Другие характеристики | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

Дополнительные характеристики

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2141 | Инженеры в промышленности и производстве  |
| ЕКС | - | Инженер по метрологии |
| ОКПДТР | 22602 | Инженер по метрологии |
| ОКСО | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств |
| 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника |
| 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика |
| 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника |

**3.4.1 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка, внедрение и аттестация методик выполнения измерения, испытаний и контроля при производстве элементов интегральной фотоники | Код | D/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Трудовые действия | Разработка методик проведения измерений, испытаний и контроля характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |
| Апробация, аттестация и утверждение локальными актами организации методик проведения измерений, испытаний и контроля характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов при производстве элементов интегральной фотоники |
| Разработка тестовых структур |
| Необходимые умения | Разрабатывать методики калибровки аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Эксплуатировать аналитическое оборудование, используемое в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов в соответствии с утвержденными методиками |
| Рассчитывать погрешности результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Готовить аналитические отчёты по результатам измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов и калибровки аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Методики калибровки аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Методы расчета погрешностей результатов измерений |
| Форма и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав, виды оборудования и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его технические характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Физические принципы работы, область применения и принципиальныеограничения методов и средств измерений, применяемых в области интегральной фотоники (растровой электронной, просвечивающей электронной, атомно-силовой, туннельной, оптической ближнего поля, магнитно-силовой, оже-электронной, ионной микроскопий; электронно-зондового рентгеноспектрального анализа, рентгенофотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, масс-спектрометрии вторичных ионов, локального рентгенофлуоресцентного анализа, рентгенофлуоресцентного анализа с полным внешним отражением, электронографии, дифракции медленных электронов, малоуглового рентгеновского рассеяния, рентгеновской рефлектометрии; комбинационного рассеяния света, эллипсометрии, динамического светорассеяния, люминесцентной спектроскопии, ИК-фурье-спектроскопии) |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.4.2 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (далее - КИО), применяемого при производстве элементов интегральной фотоники | Код | D/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала  |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов в соответствии с методиками, утвержденными в организации |
| Формирование заявки и организация при необходимости поверки и метрологической аттестации контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, во внешних аккредитованных организациях |
| Составление и отслеживание план-графика поверки и метрологической аттестации контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, во внешних аккредитованных организациях |
| Разработка тестовых структур |
| Необходимые умения | Разрабатывать методики калибровки средств измерений, применяемых при изготовлении элементов интегральной фотоники, ФИС или их фрагментов |
| Эксплуатировать измерительное оборудование, применяемое в области производства элементов интегральной фотоники, ФИС |
| Применять методики калибровки средств измерений, утвержденные в организации |
| Рассчитывать погрешности результатов измерений |
| Формировать заявку на поверку и метрологическую аттестацию контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, во внешних аккредитованных организациях |
| Готовить аналитический отчет по результатам калибровки средств измерений, применяемых при изготовлении элементов интегральной фотоники, ФИС или их фрагментов |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов и калибровки аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Методики калибровки аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Методы расчета погрешностей результатов измерений |
| Форму и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.4.3 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Контроль характеристик волноводных слоев и параметров элементов интегральной фотоники и ФИС различного функционала на подложке (пластине), выходной контроль оптических и оптико-электрических параметров ФИС | Код | D/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Измерение параметров слоев, промежуточных структур и элементов интегральной фотоники и ФИС различного функционала на различных этапах их изготовления на подложке |
| Проведение выходного контроля оптических и оптико-электрических параметров ФИС |
| Эксплуатация контрольно-измерительного оборудования, используемого в организации, для измерения характеристик элементов интегральной фотоники, их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС в соответствии с утвержденными в организации методиками |
| Расчёт погрешностей результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС в соответствии с утвержденными в организации методиками |
| Подготовка аналитических отчётов по результатам измерения характеристик элементов интегральной фотоники, их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС |
| Необходимые умения | Эксплуатировать измерительное оборудование, применяемое в области производства элементов интегральной фотоники, ФИС |
| Проводить выходной контроль оптических и оптико-электрических параметров ФИС |
| Готовить аналитические отчёты по результатам измерения характеристик элементов интегральной фотоники, их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС |
| Рассчитывать погрешности результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС в соответствии с утвержденными в организации методиками |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов и калибровки аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в кристальном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |
| Формы и регламенты составления аналитических отчетов, утвержденных в организации |
| Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Методы расчета погрешностей результатов измерений |
| Форму и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.4.4 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Проведение тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники | Код | D/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Подготовка образцов элементов интегральной фотоники для проведения тестирования и испытаний |
| Проверка качества и целостности образцов перед началом процедур тестирования и испытаний образцов элементов интегральной фотоники |
| Выбор методов и настройка инструментов для тестирования образцов элементов интегральной фотоники (спектроскопия, интерферометрия, измерение потерь) |
| Подготовка и калибровка измерительных приборов (лазеры, детекторы, оптические волокна)  |
| Подготовка и настройка оптической схемы для проведения экспериментов по тестированию и испытаниям элементов интегральной фотоники |
| Разработка протоколов испытаний элементов интегральной фотоники, включая параметры и условия тестирования |
| Выполнение экспериментальных измерений элементов интегральной фотоники согласно разработанным протоколам и методикам |
| Сбор и обработка статистических данных о характеристиках элементов интегральной фотоники (коэффициент передачи, длина волны, эффективность) |
| Обработка полученных данных тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники с использованием программного обеспечения для анализа полученных результатов |
| Сравнение полученных результатов тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники с заданными спецификациями и стандартами |
| Оформление отчетов о проведенных испытаниях элементов интегральной фотоники, включая графики, таблицы и выводы  |
| Подготовка рекомендаций по улучшению характеристик элементов интегральной фотоники на основе полученных данных |
| Необходимые умения | Выбирать необходимый инструментарий для тестирования элементов интегральной фотоники (спектроскопия, интерферометрия, измерение потерь) |
| Проводить калибровку измерительных приборов (лазеры, детекторы, оптические волокна), применяемых для тестирования и испытаний элементов интегральных схем  |
| Разрабатывать и настраивать оптические схемы для проведения экспериментов по тестированию и испытаниям элементов интегральной фотоники  |
| Разрабатывать протоколы испытаний элементов интегральной фотоники, включая параметры и условия тестирования  |
| Проводить экспериментальные измерения характеристик элементов интегральной фотоники согласно разработанным протоколам и методикам |
| Проводить статистический анализ данных о характеристиках элементов интегральной фотоники (коэффициента передачи, длины волны, эффективности) |
| Проводить анализ данных тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники с использованием программного обеспечения  |
| Оформлять отчеты о проведенных испытаниях элементов интегральной фотоники, включая подготовку графиков, таблиц и выводов |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники, калибровки аналитического оборудования, используемого в организации для процедуры тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники |
| Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в организации для процедуры тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники |
| Формы и регламенты составления аналитических отчетов, утвержденных в организации |
| Методы расчета погрешностей результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники |
| Форма и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации |
| Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его базовые характеристики |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

## 3.5 Обобщенная трудовая функция

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Организация проведения исследований в области проектирования и производства элементов интегральной фотоники и внедрения новых технологий производства в организации | Код | E | Уровень квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможные наименования должностей, профессий | Начальник технологического отдела (кристального производства элементов интегральной фотоники)Главный технолог |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование ─ программы магистратуры |
| Требования к опыту практической работы | Не менее пяти лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем, наличие научных публикаций или патентов в данной области |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)  |
| Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда |
| Прохождение обучения мерам пожарной безопасности |
| Другие характеристики | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

Дополнительные характеристики

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 1223 | Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам |
| ЕКС | - | Главный технолог |
| - | Начальник технологического отдела |
| ОКПДТР | 22854 | Инженер-технолог |
| 21011 | Главный технолог проекта |
| ОКСО | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств |
| 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника |
| 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика |
| 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника |

**3.5.1 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Мониторинг и изучение мировых тенденций развития производства элементов интегральной фотоники | Код | E/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Трудовые действия | Определение перечня научно-технических журналов, патентных баз данных, в которых публикуются результаты новейших исследований в области разработки и производства элементов интегральной фотоники, подлежащих регулярному анализу сотрудниками организации |
| Составление аналитических отчетов по результатам изучения литературных источников |
| Представление докладов на научно-технологических семинарах и тематических конференциях |
| Подготовка предложений по направлениям перспективных исследований и разработок в организации |
| Необходимые умения | Анализировать содержание научно-технических публикаций в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и делать обобщающие выводы |
| Составлять аналитические отчеты по результатам изучения литературных источников |
| Публично выступать с докладами на научно-технологических семинарах и тематических конференциях |
| Необходимые знания | Принципы организации и проведения научных исследований |
| Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики |
| Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники |
| Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов  |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.5.2 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Планирование и организация проведения исследовательских, проектных и технологических работ организации по созданию новых элементов интегральной фотоники | Код | E/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала  |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Формулирование основных целей исследования и разработки элементов интегральной фотоники |
| Установление конкретных задач, которые необходимо решить для достижения поставленных целей для разработки элементов интегральной фотоники |
| Проведение обзорного исследования текущих достижений в области интегральной фотоники |
| Изучение патентов, публикаций и научных работ для выявления актуальных тенденций развития интегральной фотоники |
| Подбор для целей исследования специалистов с необходимыми компетенциями (физики, инженеры, технологи, программисты) |
| Определение ролей и обязанностей участников команды |
| Создание детализированного плана проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники с указанием сроков выполнения задач, этапов и промежуточных результатов |
| Определение контрольных точек для мониторинга прогресса в реализации проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Определение необходимых ресурсов (финансовых, материальных, человеческих) для реализации проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Составление бюджета проекта и планирование закупок оборудования и материалов для проектов по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Разработка методов и подходов для проведения исследований (экспериментальные, теоретические, численные) по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Определение критериев оценки успешности разработки новых элементов интегральной фотоники |
| Поиск потенциальных партнеров для совместных исследований (университеты, научные институты, промышленные компании) по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Оформление проектной документации, включая технические задания, планы работ и отчеты |
| Установление системы мониторинга хода выполнения проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Контроль хода выполнения проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники и выбор способов решения возникающих проблем |
| Планирование этапов тестирования разработанных элементов интегральной фотоники |
| Определение условий для последующего внедрения новых технологий по созданию элементов интегральной фотоники в производство |
| Необходимые умения | Владеть научным методом, включая формулирование гипотез, проведение экспериментов и анализ данных |
| Разрабатывать прототипы фотонных устройств |
| Анализировать содержание научно-технических публикаций в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и делать обобщающие выводы |
| Управлять научным коллективом |
| Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость |
| Планировать, организовывать и контролировать проекты по созданию новых элементов интегральной фотоники, включая управление ресурсами и сроками |
| Работать в команде, координировать действия различных специалистов |
| Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники |
| Выявлять проблемы, анализировать их причины и предлагать решения |
| Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией  |
| Необходимые знания | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики  |
| Основные принципы фотоники, включая взаимодействие света с материей, оптические явления и квантовая механика |
| Оптические системы, линзы, дифракция и интерференция света |
| Свойства материалов, используемых в фотонике (полупроводники, оптические волокна) |
| Принципы работы с электронными схемами и компонентами, необходимыми для интеграции фотонных устройств |
| Принципы организации и проведения научных исследований |
| Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники |
| Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.5.3 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Координация работ по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники с использованием специализированных программных систем | Код | E/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Определение целей и задач проекта: формулирование целей прототипирования, ожидаемых результатов и описание ключевых этапов |
| Разработка графика выполнения работ |
| Оценка потребностей проекта: определение, какие специализированные программные системы будут необходимы  |
| Настройка программного обеспечения: установка и конфигурация программных систем в соответствии с требованиями проекта |
| Взаимодействие с командой проекта и заинтересованными сторонами для сбора, изучения и фиксации требований к прототипу |
| Использование специализированного программного обеспечения для разработки 3D-моделей и симуляций элементов интегральной фотоники |
| Выполнение необходимых расчетов (оптических, электрических) для оптимизации дизайна элементов интегральной фотоники |
| Распределение задач членам команды проекта в зависимости от их компетенций |
| Организация изготовления прототипа элементов интегральной фотоники |
| Разработка экспериментального маршрута изготовления прототипа |
| Запуск и сопровождение экспериментальных партий |
| Разработка плана и проведение тестирования прототипов для проверки их функциональности и соответствия требованиям технического задания |
| Составление промежуточных и итоговых отчетов о ходе работ |
| Необходимые умения | Анализировать содержание научно-технических публикаций в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и делать обобщающие выводы |
| Управлять научным коллективом |
| Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость |
| Планировать, организовывать и контролировать проекты по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники, включая управление ресурсами и сроками |
| Работать в команде, координировать действия различных специалистов |
| Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга проекта по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники |
| Выявлять проблемы, анализировать их причины и предлагать решения |
| Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией |
| Необходимые знания | Основные принципы фотоники, включая взаимодействие света с материей, оптические явления и квантовую механику |
| Оптические системы, линзы, дифракция и интерференция света |
| Свойства материалов, используемых в фотонике (полупроводники, оптические волокна) |
| Основы работы с электронными схемами и компонентами, необходимыми для интеграции фотонных устройств |
| Принципы организации и проведения научных исследований |
| Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники |
| Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.5.4 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Планирование и организация проведения экспериментальных исследований для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники | Код | E/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Подготовка технических заданий выполнения экспериментальных работ, согласование и утверждение порядка взаимодействия со смежными подразделениями организации и организациями-партнерами |
| Корректировка и утверждение технических заданий и графиков выполнения исследовательских и экспериментальных работ |
| Контроль процедур закупки необходимого технологического, аналитического оборудования и материалов |
| Контроль хода выполнения работ путем рассмотрения промежуточных отчетов |
| Проведение обзорного исследования текущих достижений в области интегральной фотоники |
| Изучение патентов, публикаций и научных работ для выявления актуальных тенденций и пробелов в знаниях |
| Подбор специалистов с необходимыми компетенциями (физики, инженеры, технологи, программисты и тд) |
| Определение ролей и обязанностей участников команды |
| Перераспределение ресурсов в случае возникновения риска срыва графика выполнения работ |
| Согласование порядка взаимодействия с организациями – партнерами |
| Необходимые умения | Оценивать технические и экономические риски при проведении исследовательских и экспериментальных работ для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники |
| Оценивать временные затраты на альтернативные пути решения исследовательских и проектных работ для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники |
| Корректировать распределение ресурсов при возникновении риска невыполнения плана проведения работ для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники |
| Разрабатывать и применять компьютерные модели конструкций базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники  |
| Разрабатывать проекты технологической документации на новые технологические процессы и модули производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС |
| Формировать конкурсную документацию на разработку новых элементов интегральной фотоники и/или ФИС и технологий их изготовления  |
| Необходимые знания | Принципы и методы управления проектами |
| Нормативная документация и регламенты организации |
| Принципы и методы управления трудовыми коллективами |
| Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники |
| Возможности оборудования на производстве, основные характеристики технологических операций |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

**3.5.5 Трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Формирование технологической базы для производства новых элементов интегральной фотоники | Код | E/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Мониторинг текущего состояния научных исследований и производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС, выявление перспективных конструкций и направлений |
| Изучение и мониторинг потребностей рынка в элементах интегральной фотоники, уровня производства и исследований других организаций в Российской Федерации и за рубежом |
| Разработка рекомендаций по изменению конструкции и технологического маршрута производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС, формирование перечня необходимого для этого технологического и аналитического оборудования |
| Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления новых элементов интегральной фотоники |
| Разработка проекта технологической документации на новые технологические процессы и модули производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС |
| Формирование конкурсной документации на разработку новых элементов и технологий изготовления интегральной фотоники и/или ФИС |
| Необходимые умения | Проводить анализ потребностей рынка в новых типах продукции: элементов интегральной фотоники и/или ФИС |
| Проводить анализ рынка технологического и аналитического оборудования, необходимого для обеспечения производства новых элементов интегральной фотоники и/или ФИС |
| Разрабатывать и применять компьютерные модели конструкций базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники |
| Разрабатывать проекты технологической документации на новые технологические процессы и модули производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС |
| Формировать конкурсную документацию на разработку новых элементов интегральной фотоники и/или ФИС и технологий их изготовления  |
| Необходимые знания | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики  |
| Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники |
| Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники |
| Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники |
| Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
| Физические принципы работы элементов интегральной фотоники |
| Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники |
| Возможности оборудования на производстве, основные характеристики технологических операций |
| Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | - |

# IV Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта

**41 Ответственная организация-разработчик**

|  |
| --- |
| Фонд инфраструктурных и образовательных программ Группы РОСНАНО, город Москва |
| Генеральный директор Тихонов Алексей Никитович |

**42 Наименования организаций-разработчиков**

|  |  |
| --- | --- |
|  | ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», город Москва, город Зеленоград |
|  | АО «Зеленоградский нанотехнологический центр», город Москва, город Зеленоград |
|  | ООО «НМ-Тех», город Москва, город Зеленоград |
|  | ФГБНУ «Научно-производственный комплекс «Технологический центр», город Москва, город Зеленоград |
|  | НП «Межотраслевое объединение наноиндустрии», город Москва |
|  | Совет по профессиональным квалификациям в сфере нанотехнологий и микроэлектроники, город Москва |

1. Общероссийский классификатор занятий [↑](#endnote-ref-2)
2. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности [↑](#endnote-ref-3)
3. Приказ Минтруда России № 988н, Минздрава России № 1420н от 31 декабря 2020 г «Об утверждении перечня вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры» (зарегистрировано в Минюсте России 29 января 2021 г № 62278) [↑](#endnote-ref-4)
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 г № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» [↑](#endnote-ref-5)
5. Приказ МЧС России от 18 ноября 2021 г № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности» (зарегистрировано в Минюсте России 25 ноября 2021 г № 65974) [↑](#endnote-ref-6)
6. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих [↑](#endnote-ref-7)
7. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов [↑](#endnote-ref-8)
8. Общероссийский классификатор специальностей по образованию [↑](#endnote-ref-9)