проект

**Проект квалификации**

**«Инженер-технолог I категории (в области производства элементов интегральной фотоники)»**

**(7 уровень квалификации)**

1. Наименование квалификации: Инженер-технолог I категории (в области производства элементов интегральной фотоники)
2. Номер квалификации: ―
3. Уровень (подуровень) квалификации: 7 уровень квалификации
4. Область профессиональной деятельности: 40 Сквозные виды профессиональной деятельности
5. Вид профессиональной деятельности: Разработка, внедрение и обеспечение процессов производства элементов интегральной фотоники
6. Реквизиты протокола Совета об одобрении квалификации: ―
7. Реквизиты приказа Национального агентства об утверждении квалификации: ―
8. Основание разработки квалификации:

|  |  |
| --- | --- |
| Вид документа | Полное наименование и реквизиты документа |
| Профессиональный стандарт  (при наличии) | Инженер-технолог в сфере производства элементов интегральной фотоники |
| Квалификационное требование, установленное федеральным законом и иным нормативным правовым актом Российской Федерации (при наличии) | ― |
| Квалификационная характеристика, связанная с видом профессиональной деятельности | ― |

1. Трудовые функции (профессиональные задачи, обязанности) и их характеристики:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Код  (при наличии профессиональ-ного стандарта) | Наименование трудовой функции (профессиональной задачи, обязанности) | Трудовые действия | Необходимые умения | Необходимые знания | Дополнительные сведения (при необходимости) |
| 1 | А/01.7 | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники | 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 | 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 | 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 |  |
| 2 | A/02.7 | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления фотонных интегральных схем (далее - ФИС) | 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 | 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 | 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 |  |
| 3 | A/03.7 | Проведение экспериментальной апробации технологических маршрутов и процессов изготовления ФИС, освоение новых видов оборудования, технологической оснастки | 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 | 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 | 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 |  |
| 4 | A/04.7 | Планирование и организация работ по запуску, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники | 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 | одить 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 | 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 |  |
| 5 | A/05.7 | Разработка и внедрение стандартов организации по серийному производству элементов интегральной фотоники | 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 | 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 | 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 |  |

1. Возможные наименования должностей, профессий и иные дополнительные характеристики

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Связанные с квалификацией наименования  должностей, профессий, специальностей, групп, видов деятельности, компетенций и т.п. | Документ,  цифровой ресурс | Код по документу (ресурсу) | Полное наименование и реквизиты документа  (адрес ресурса) |
| Инженер-технолог I категории (в области производства элементов интегральной фотоники) | ОКЗ | 2141 | Инженеры в промышленности и производстве  «ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий» (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 №  2020-ст)  (ред. от 18.02.2021)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_177953/ |
| ОКВЭД | 26.11.3 | Производство интегральных электронных схем  «ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст) (ред. от 30.11.2023)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_163320/ |
| 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  «ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст) (ред. от 30.11.2023)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_163320/ |
| 72.19.3 | Научные исследования и разработки в области нанотехнологий  «ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст) (ред. от 30.11.2023)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_163320/ |
| ОКПДТР | [22864](about:blank) | Инженер-электроник  Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов |
| 22854 | Инженер-технолог  Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов |
| ЕКС | ─ | Инженер-электроник  Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих |
|  | ─ | Инженер-технолог  Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих |
| ОКСО | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств  «ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию» (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 08.12.2016 № 2007-ст)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_212200/ |
|  | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  «ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию» (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 08.12.2016 № 2007-ст)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_212200/ |
|  | 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика  «ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию» (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 08.12.2016 № 2007-ст)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_212200/ |
|  | 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника  «ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию» (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 08.12.2016 № 2007-ст)  http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_212200/ |
| Государственный информационный ресурс  «Справочник профессий» | ─ |  |
| Иное (указать) | ─ |  |

1. Основные пути получения квалификации

*Формальное образование и обучение (тип образовательной программы, при необходимости - направление подготовки/специальность/профессия, срок обучения и особые требования, возможные варианты):*

Высшее образование ─ программы магистратуры

*Опыт практической работы (стаж работы и особые требования (при необходимости), возможные варианты):*

Не менее двух лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем

*Неформальное образование и самообразование (возможные варианты):* нет

12. 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

13. Наличие специального права в соответствии с федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, необходимого для выполнения работы (при наличии): нет

14. Перечень документов, необходимых для прохождения профессионального экзамена по квалификации:

1. Документ, подтверждающий наличие высшего образования в рамках укрупненных групп специальностей высшего образования «Электроника, радиотехника и системы связи», «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», «Нанотехнологии и наноматериалы»
2. Документ, подтверждающий наличие опыта работы не менее двух лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем

15. Срок действия свидетельства: 5 лет