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 фотоникиИсследование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев элементов интегральной фотоники от входных параметров базовых технологических операцийПроведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоники для достижения требуемых характеристикФормирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, обеспечивающих формирование заданного элемента интегральной фотоникиКомпьютерная апробация технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов элемента интегральной фотоникиОбъединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления элемента интегральной фотоникиКомпьютерная 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 САПРОпределять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик | Возможности средств САПРМетоды математического моделирования технологических маршрутов изготовления элементов интегральной фотоникиПринципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информацииМодели технологических операций изготовления элементов интегральной фотоникиБазовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоникиМетоды 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 процессовФизические принципы работы элементов интегральной фотоникиОсновные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоникиОсобенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоникиТехнические возможности и номенклатура оборудования на производстве элементов интегральной фотоникиОсновные характеристики технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоникиТехнический английский язык в области микроэлектроники и фотоникиТребования 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 схемыРазработка 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 операцийПроведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций, используемых в конкретном маршруте изготовления фотонной интегральной схемыФормирование и компьютерное моделирование технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов фотонной интегральной схемыОбъединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления фотонной интегральной схемыКомпьютерная 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 структурыРассчитывать зависимости характеристик формируемых слоев и функциональных элементов фотонной интегральной схемы от входных параметров и последовательности проведения технологических операций с использованием средств САПРОпределять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик | Методы физико-технологического моделированияМатематический аппарат, высшая математика, математический анализМетоды статистического анализаТеория планирования эксперимента и обработки данныхГОСТ или технические требования на материалы, используемые для производства ФИСВозможности средств САПР и методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИСМодели технологических операций и маршрутов изготовления ФИСБазовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоникиМетоды и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИСОсновные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИСОсобенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИСВозможности оборудования на производстве ФИС, основные характеристики технологических операцийФундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации Физика твердого телаФизика фотонных и полупроводниковых наноразмерных приборовНеорганическая химия, физическая химияОсновы физики наноразмерных пленокТехнический английский язык в области микроэлектроники и фотоникиТребования 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 процессовРазработка и утверждение экспериментального маршрута и комплекта технологической документации на изготовление элементов интегральной фотоники и ФИСРазработка методик исследования и анализа параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИСПроведение экспериментальных исследований на тестовых структурах и пластинах процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИСПроведение измерений структурных и функциональных параметров элементов интегральной фотоники и ФИССопровождение экспериментальных партий пластин в кристальном производствеПроведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов изготовления ФИС, новых видов оборудования и технологической оснасткиРазработка базовых технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производствоОптимизация параметров технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производствоДиагностика 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 ФИСРаботать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, используемом в кристальном производствеПроводить исследования и анализ параметров формируемых структур, элементов интегральной фотоники и ФИСПроизводить статистический анализ экспериментальных данных и определять причины отклонения параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИСРаботать с технологической документациейИспользовать методы и программы статистического анализа результатов экспериментов | Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИСМировые достижения в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и ФИСМетодики исследования и анализа параметров и структурных частей формируемых элементов интегральной фотоники и ФИСБазовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и нанофотоникиФундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информацииВозможности используемых средств САПРМетоды математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИСМодели технологических операций и маршрутов изготовления ФИСМетоды и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления ФИСОсновные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИСОсобенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИСМетодики планирования экспериментовМетоды и программы статистического анализа результатов экспериментовТехнологические режимы работы используемого оборудованияРегламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормамиРегламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормамиСистемы менеджмента качества (далее - СМК) конкретных организацийОперационные технологические, маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИСТехнический английский язык в области микроэлектроники и фотоникиТребования 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 ФИСИзучение 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 ответственныхФормирование команды специалистов (инженеров, техников, операторов) и назначение ответственного за запуск и наладку оборудованияПроведение проверки состояния оборудования для производства элементов интегральной фотоники перед запуском и проверка наличия всех необходимых запасных частей, оснастки и инструментовПроведение 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 характеристикОпределение потребности в расходных материалах и запасных частях для обеспечения технологического процесса производства элементов интегральной фотоникиСоставление и утверждение инструкций по эксплуатации нового оборудования для производства элементов интегральной фотоники и регламентов его обслуживанияРазработка тестовых структур для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоникиОбеспечение 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 параметровРаботать с технической документациейОсуществлять технологический надзорРаботать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоникиИзмерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных слоев элементов интегральной фотоники и ФИСЗаполнять сопроводительные формы документации в соответствии со стандартами организацииРассчитывать потребление материалов для обеспечения технологического участка производства элементов интегральной фотоники необходимыми материалами и реагентамиПланировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкостьРазрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники  | Аппаратные и технологические режимы работы оборудования для производства элементов интегральной фотоникиСМК организации Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормамиРегламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормамиРегламенты контроля и обслуживания оборудованияОперационные технологические, маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИСМетоды и программы статистического анализа результатов экспериментов Требования к материально-техническому обеспечению рабочего места соответствующей технологической операцииПоложения Единой системы технологической подготовки производстваСтандарты и каталоги на средства технологического оснащения производства элементов интегральной фотоникиОсновные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИСМетодики планирования экспериментовТехнологические режимы работы используемого оборудованияТехнический английский язык в области микроэлектроники и фотоникиТребования 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 проектаИзучение существующих международных и национальных стандартов в области фотоники и смежных технологийПроведение оценки потребностей потребителей и требований к продукции (элементам интегральной фотоники)Разработка конкретных задач для каждой категории стандартов организацииОписание всех этапов производства элементов интегральной фотоники, включая проектирование, изготовление, тестирование и упаковку и подготовка проектов стандартов организации, включая технические условия, методики испытаний и контроля качестваАпробация разрабатываемых стандартов организации на практике для выявления их недостатков, фиксация результатов апробации, и оценка эффективности предложенных стандартовОбсуждение стандартов организации с представителями всех подразделений организации для получения обратной связи и корректировка стандартов: внесение изменений в стандарты на основе полученной информацииПодготовка 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 производстваПроведение контрольных мероприятий на соответствие производственных процессов установленным стандартам организацииОбновление положений стандартов организации в соответствии с новыми технологиями и изменениями на рынке | Планировать, организовывать и контролировать проекты, включая управление ресурсами и срокамиРаботать в команде, координировать действия различных специалистовСобирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторингаВыявлять и анализировать причины возникновения проблем при производстве элементов интегральной фотоники и предлагать решенияПредставлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиториейОсваивать новые технологии и методы работы | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информацииСвойства материалов, используемых в производстве элементов интегральной фотоники и ФИСCспециализированное программное обеспечение для проектирования элементов интегральной фотоники и ФИСМеждународные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоникиМетоды контроля качества и системы управления качествомСтандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессамиПринципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую средуБазовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоникиМетоды и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоникиОсобенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИСТехнические возможности оборудования для производства элементов интегральной фотоники на производстве Основные характеристики технологических операций в производстве элементов интегральной фотоникиТехнический английский язык в области микроэлектроники и фотоникиТребования 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 | Инженер-электроникОбщероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов |
| 22854 | Инженер-технологОбщероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов |
| ЕКС | ─ | Инженер-электроникЕдиный квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих |
|  | ─ | Инженер-технологЕдиный 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