

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	—

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

№	Код (при наличии профессионального 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	<p>Разработка компьютерных моделей базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники</p> <p>Исследование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев элементов интегральной</p>	<p>Проектировать компьютерные модели базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники с применением систем автоматизированного проектирования (далее – САПР)</p> <p>Рассчитывать и анализировать зависимости</p>	<p>Возможности средств САПР</p> <p>Методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники</p> <p>Принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой</p>	

			<p>фотоники от входных параметров базовых технологических операций</p> <p>Проведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоники для достижения требуемых характеристик</p> <p>Формирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и</p>	<p>характеристик формируемых интегральных слоев от входных параметров базовых технологических операций с использованием САПР</p> <p>Определять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик</p>	<p>оптики, оптических методов обработки информации</p> <p>Модели технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники</p>	
--	--	--	---	---	---	--

			<p>технологических переходов, обеспечивающих формирование заданного элемента интегральной фотоники</p> <p>Компьютерная апробация технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов элемента интегральной фотоники</p> <p>Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления элемента интегральной фотоники</p>		<p>Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов</p> <p>Физические принципы работы элементов интегральной фотоники</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники</p>	
--	--	--	--	--	---	--

			Компьютерная апробация технологического маршрута формирования заданного элемента 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	
--	--	--	---	--	---	--

					<p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p>	
2	A/02.7	<p>Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления фотонных интегральных схем (далее - ФИС)</p>	<p>Формирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, составляющих маршрут изготовления фотонной интегральной схемы</p>	<p>Разрабатывать компьютерные модели базовых технологических операций и маршрутов изготовления фотонной интегральной схемы с использованием средств САПР</p> <p>Осуществлять выбор моделей для численного моделирования процессов формирования</p>	<p>Методы физико-технологического моделирования</p> <p>Математический аппарат, высшая математика, математический анализ</p> <p>Методы статистического анализа</p> <p>Теория планирования эксперимента и обработки данных</p>	

			<p>Разработка компьютерных моделей базовых технологических операций производственного цикла ФИС, используемых для формирования их электронных и оптических элементов</p> <p>Компьютерное моделирование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев фотонной интегральной схемы от входных параметров базовых технологических операций</p> <p>Проведение предварительного выбора операционных</p>	<p>основных интегральных элементов интегральной фотоники и проводить оценку параметров интегральной структуры</p> <p>Рассчитывать зависимости характеристик формируемых слоев и функциональных элементов фотонной интегральной схемы от входных параметров и последовательности проведения технологических операций с использованием средств САПР</p> <p>Определять с использованием имеющихся моделей оптимальных</p>	<p>ГОСТ или технические требования на материалы, используемые для производства ФИС</p> <p>Возможности средств САПР и методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИС</p> <p>Модели технологических операций и маршрутов изготовления ФИС</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p>	
--	--	--	---	--	---	--

			<p>параметров технологических операций, используемых в конкретном маршруте изготовления фотонной интегральной схемы</p> <p>Формирование и компьютерное моделирование технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов фотонной интегральной схемы</p> <p>Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления фотонной интегральной схемы</p>	<p>совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик</p>	<p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС</p> <p>Возможности оборудования на производстве ФИС, основные</p>	
--	--	--	--	--	---	--

			<p>Компьютерная апробация и формирование компьютерного двойника технологического маршрута создания фотонной интегральной схемы</p>		<p>характеристики технологических операций</p> <p>Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации</p> <p>Физика твердого тела</p> <p>Физика фотонных и полупроводниковых наноразмерных приборов</p> <p>Неорганическая химия, физическая химия</p> <p>Основы физики наноразмерных пленок</p>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p>	
3	A/03.7	<p>Проведение экспериментальной апробации технологических маршрутов и процессов изготовления ФИС, освоение новых видов оборудования, технологической оснастки</p>	<p>Планирование технологических экспериментов по отработке маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и разработка соответствующих технологических процессов</p> <p>Разработка и утверждение экспериментального маршрута и</p>	<p>Анализировать и сопоставлять результаты моделирования и экспериментальных проверок входных параметров технологических операций и технологических модулей маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Работать с технологическим и</p>	<p>Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Мировые достижения в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p>	

			<p>комплекта технологической документации на изготовление элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Разработка методик исследования и анализа параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Проведение экспериментальных исследований на тестовых структурах и пластинах процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Проведение измерений структурных и</p>	<p>контрольно-измерительным оборудованием, используемом в кристалльном производстве</p> <p>Проводить исследование и анализ параметров формируемых структур, элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Производить статистический анализ экспериментальных данных и определять причины отклонения параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Работать с технологической документацией</p>	<p>Методики исследования и анализа параметров и структурных частей формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и нанофотоники</p> <p>Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации</p>	
--	--	--	--	--	---	--

		<p>функциональных параметров элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Сопровождение экспериментальных партий пластин в кристальном производстве</p> <p>Проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов изготовления ФИС, новых видов оборудования и технологической оснастки</p> <p>Разработка базовых технологических процессов формирования элементов интегральной</p>	<p>Использовать методы и программы статистического анализа результатов экспериментов</p>	<p>Возможности используемых средств САПР</p> <p>Методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИС</p> <p>Модели технологических операций и маршрутов изготовления ФИС</p> <p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления ФИС</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов</p>	
--	--	---	--	--	--

			<p>фотоники и внедрение их в производство</p> <p>Оптимизация параметров технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производство</p> <p>Диагностика и определение причин отклонения параметров формируемых структур от заданных</p>		<p>интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС</p> <p>Методики планирования экспериментов</p> <p>Методы и программы статистического анализа результатов экспериментов</p> <p>Технологические режимы работы используемого оборудования</p> <p>Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для</p>	
--	--	--	---	--	--	--

					<p>производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами</p> <p>Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами</p> <p>Системы менеджмента качества (далее - СМК) конкретных организаций</p> <p>Операционные технологические, маршрутные технологические и контрольные</p>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p>	
4	A/04.7	<p>Планирование и организация работ по запуску, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p>	<p>Определение технических и производственных требований к оборудованию, используемому при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p>	<p>проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров</p>	<p>Аппаратные и технологические режимы работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p> <p>СМК организации</p>	

			<p>Изучение документации на оборудование для производства элементов интегральной фотоники (инструкции, схемы, регламенты обслуживания)</p> <p>Разработка детального плана и определение последовательности действий при запуске, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники с указанием сроков и ответственных</p> <p>Формирование команды специалистов (инженеров,</p>	<p>Работать с технической документацией</p> <p>Осуществлять технологический надзор</p> <p>Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристальном производстве элементов интегральной фотоники</p> <p>Измерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных слоев элементов интегральной фотоники и ФИС</p>	<p>Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами</p> <p>Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами</p> <p>Регламенты контроля и обслуживания оборудования</p> <p>Операционные технологические,</p>	
--	--	--	---	--	---	--

			<p>техников, операторов) и назначение ответственного за запуск и наладку оборудования</p> <p>Проведение проверки состояния оборудования для производства элементов интегральной фотоники перед запуском и проверка наличия всех необходимых запасных частей, оснастки и инструментов</p> <p>Проведение инструктажа для операторов и технического персонала по технике безопасности при работе с новым оборудованием (по</p>	<p>Заполнять сопроводительные формы документации в соответствии со стандартами организации</p> <p>Рассчитывать потребление материалов для обеспечения технологического участка производства элементов интегральной фотоники необходимыми материалами и реагентами</p> <p>Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость</p> <p>Разрабатывать тестовые структуры для аттестации</p>	<p>маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Методы и программы статистического анализа результатов экспериментов</p> <p>Требования к материально-техническому обеспечению рабочего места соответствующей технологической операции</p> <p>Положения Единой системы технологической подготовки производства</p>	
--	--	--	---	--	---	--

			<p>решению руководителя организации)</p> <p>Проведение первичного запуска оборудования для производства элементов интегральной фотоники, проверка соответствия паспортным данным его машинных и технологических характеристик</p> <p>Определение потребности в расходных материалах и запасных частях для обеспечения технологического процесса производства элементов интегральной фотоники</p>	<p>технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p>	<p>Стандарты и каталоги на средства технологического оснащения производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Методики планирования экспериментов</p> <p>Технологические режимы работы используемого оборудования</p> <p>Технический английский язык в области</p>	
--	--	--	--	---	--	--

			<p>Составление и утверждение инструкций по эксплуатации нового оборудования для производства элементов интегральной фотоники и регламентов его обслуживания</p> <p>Разработка тестовых структур для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Обеспечение режима работы персонала в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной,</p>		<p>микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p>	
--	--	--	--	--	--	--

			промышленной, экологической и электробезопасности			
5	A/05.7	Разработка и внедрение стандартов организации по серийному производству элементов интегральной фотоники	<p>Формирование рабочей группы, состоящей из инженеров по оборудованию, технологов, менеджеров качества, назначение координатора проекта</p> <p>Изучение существующих международных и национальных стандартов в области фотоники и смежных технологий</p> <p>Проведение оценки потребностей потребителей и требований к продукции</p>	<p>Планировать, организовывать и контролировать проекты, включая управление ресурсами и сроками</p> <p>Работать в команде, координировать действия различных специалистов</p> <p>Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга</p> <p>Выявлять и анализировать причины возникновения проблем при производстве элементов</p>	<p>Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации</p> <p>Свойства материалов, используемых в производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Специализированное программное обеспечение для проектирования элементов интегральной фотоники и ФИС</p>	

			<p>(элементам интегральной фотоники)</p> <p>Разработка конкретных задач для каждой категории стандартов организации</p> <p>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</p>	<p>интегральной фотоники и предлагать решения</p> <p>Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией</p> <p>Осваивать новые технологии и методы работы</p>	<p>Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники</p> <p>Методы контроля качества и системы управления качеством</p> <p>Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами</p> <p>Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты</p>	
--	--	--	---	---	--	--

			<p>Апробация разрабатываемых стандартов организации на практике для выявления их недостатков, фиксация результатов апробации, и оценка эффективности предложенных стандартов</p> <p>Обсуждение стандартов организации с представителями всех подразделений организации для получения обратной связи и корректировка стандартов: внесение изменений в стандарты на основе полученной информации</p>		<p>нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС</p> <p>Технические возможности оборудования для производства элементов интегральной фотоники на производстве</p>	
--	--	--	--	--	--	--

			<p>Подготовка плана по внедрению стандартов организации в процессы производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Проведение технологического инструктажа для сотрудников по стандартам организации (по решению руководителя организации)</p> <p>Подготовка рабочей версии стандартов организации и сопутствующей локальной технической документации</p> <p>Разработка и утверждение</p>		<p>Основные характеристики технологических операций в производстве элементов интегральной фотоники</p> <p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p>	
--	--	--	---	--	---	--

			<p>процедуры мониторинга соблюдения стандартов организации на всех этапах производства</p> <p>Проведение контрольных мероприятий на соответствие производственных процессов установленным стандартам организации</p> <p>Обновление положений стандартов организации в соответствии с новыми технологиями и изменениями на рынке</p>			
--	--	--	---	--	--	--

10. 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-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 нанoeлектроника	«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)	–		

11. 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