

Профессиональный стандарт для рабочих в области производства изделий микроэлектроники

Сергей Максимов (smaximov@mikron.ru),
Лилиана Поликарпова (lpolikarpova@niime.ru),
Ирина Кирюшина (ikiryushina@niime.ru),
Нина Забодаева (nzabodaeva@niime.ru)

В статье представлены общие подходы к разработке и актуализации профессиональных стандартов для рабочих специальностей по направлению «Производство изделий микроэлектроники», таких как «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники», «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники», «Оператор элионных процессов изделий микроэлектроники». Отмечена актуальность данного направления с учётом Стратегии развития электронной промышленности РФ. Приведены основные уровни квалификации рабочих в отрасли по данным направлениям, указаны их компетенции (трудовые функции, знания, умения).

Современный мир невозможно себе представить без электроники. Увеличение доли российской электронной продукции на внутреннем рынке, выход на новые международные рынки, а также обеспечение глобального технологического лидерства – основные акценты, отмеченные в Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, утверждённой Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.01.2020 № 20-р [1]. Основным направлением развития отрасли должно стать создание высокотехнологичной продукции на базе российских технических решений, обеспечивающей реализацию национальных проектов.

Изделия микроэлектроники необходимы для создания передовой военной техники и обеспечения технологической независимости и информационной безопасности наших электронных систем, в том числе и гражданских. Возможности применения российской микроэлектроники напрямую зависят от уровня использованной технологии, для которой требуется освоение производства микроэлектронной продукции на технологическом уровне 28 нм и ниже, а разработки – на уровне 14 нм и ниже.

Для выполнения данных задач необходима подготовка квалифицированного персонала. На данный момент одной из серьёзных кадровых проблем отрасли является неполное соответствие профессиональных компетенций

работников предъявляемым квалификационным требованиям. Для решения этой проблемы необходимо обеспечить актуализацию, разработку и дальнейшее развитие системы профессиональных стандартов. В связи с этим разработка профессиональных стандартов для области производства изделий микроэлектроники является очень актуальной.

Основная цель внедрения профессиональных стандартов заключается в формулировке актуальных требований работодателей к компетенциям работников, системе образования и самостоятельному развитию компетенций работников. Работодатель в данном случае является ключевым элементом процессов внедрения профессиональных стандартов, инициатором и активным участником.

Профессиональные стандарты разрабатываются в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов» [2] во исполнение нормы ст. 195.1 ТК РФ [3] и строятся по единой схеме, которая утверждена в Приказе Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 147н «Об утверждении Макета профессионального стандарта» [4].

В статье 195.1 Трудового Кодекса РФ понятие «квалификация работника» определяется как «уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опы-

та работы работника», а, в свою очередь, «профессиональный стандарт» – как «характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определённого вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определённой трудовой функции».

Профессиональный стандарт – это многофункциональный нормативный документ, который позволяет структурировать требования к содержанию и условиям труда, квалификации, знаниям, умениям и широким компетенциям работников по различным квалификационным уровням. Внедрение профессионального стандарта необходимо для аттестации работника, чтобы проверить и оценить его компетенцию, запас знаний и его соответствие занимаемой должности.

Общие уровни квалификации в профессиональных стандартах содержатся в отдельном документе – Приказе Минтруда России № 148н от 12 апреля 2013 г. [5]. Квалификация показывает, насколько сложную работу способен выполнять работник. По-другому её можно определить как уровень профессионального мастерства.

Проекты профессиональных стандартов были разработаны рабочей группой в соответствии с требованиями нормативных документов [2, 4, 6, 7] и с использованием справочников и классификаторов ОКВЭД [8], ОКЗ [9], ЕТКС [10], ОКПДТР [11], ОКСО [12]. Разработчиками проектов профессиональных стандартов были проанализированы и систематизированы документы базовых организаций ПАО «Микрон» и АО «НИИМЭ», необходимые для осуществления деятельности операторов при подготовке и управлении оборудованием для проведения технологических операций в маршруте изготовления интегральных схем:

- отраслевые/ведомственные и корпоративные инструкции (в том числе определяющие должностные/функциональные обязанности работни-

Таблица 1. Уровни квалификации в соответствии с пунктом 6 «Правил разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»

Уровень	Показатели уровней квалификации			Основные пути достижения уровня квалификации
	Полномочия и ответственность	Характер умений	Характер знаний	
3	Деятельность под руководством с проявлением самостоятельности при решении типовых практических задач. Планирование собственной деятельности, исходя из поставленной руководителем задачи. Индивидуальная ответственность.	Решение типовых практических задач. Выбор способа действия на основе знаний и практического опыта. Корректировка действий с учётом условий их выполнения.	Понимание технологических основ решения типовых практических задач. Применение специальных знаний.	Основные программы профессионального обучения – программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих, программы повышения квалификации рабочих, служащих (до 1 года). Практический опыт.
4	Деятельность под руководством с проявлением самостоятельности при решении практических задач, требующих анализа ситуации и её изменения. Планирование собственной деятельности и/или деятельности группы работников, исходя из поставленных задач. Ответственность за решение поставленных задач или результат деятельности группы работников.	Решение различных типов практических задач. Выбор способа действия из известных на основе знаний и практического опыта. Текущий и итоговый контроль, оценка и коррекция деятельности.	Понимание научно-технических или методических основ решения практических задач. Применение специальных знаний. Самостоятельная работа с информацией.	Образовательные программы среднего профессионального образования – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих). Основные программы профессионального обучения – программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих, программы переподготовки рабочих, служащих, программы повышения квалификации рабочих, служащих. Практический опыт.

- ков), квалификационные характеристики, описания рабочих мест;
- отраслевые/ведомственные и корпоративные нормативные акты (приказы, постановления, распоряжения), содержащие сведения о номенклатуре видов профессиональной деятельности/профессий, об определении уровня квалификации при присвоении разрядов/квалификационных категорий/классов и т.п.;
 - технологические карты, относящиеся к данному виду профессиональной деятельности;
 - техническая документация на лабораторное и промышленное оборудование.

Для определения квалификационной структуры проанализирована нормативная документация каждой организации, представляющая собой детальное описание технологических процессов, фиксирующая порядок выполнения операций в рамках определённой алгоритмизированной деятельности. Также были проанализированы должностные инструкции рабочих, занятых в технологических процессах, по виду профессиональной деятельности.

При проведении функционального анализа видов профессиональной деятельности для направления «Производство изделий микроэлектроники» были актуализированы обобщённые трудовые функции (ОТФ) и составляющие их трудовые функции.

Каждая обобщённая трудовая функция – это перечень связанных между собой трудовых функций, которые образовались в результате разделения труда в конкретном производственном процессе. Выполнение трудовых функций обеспечивается наличием описываемых в профессиональном стандарте знаний и навыков, необходимых для выполнения, а также требованиями к

образованию, обучению и опыту практической деятельности в соответствии с уровнем квалификации.

Данные проекты прошли профессиональную экспертизу с участием представителей профессиональной деятельности по направлению «Производство изделий микроэлектроники». Основной задачей при выборе организаций являлась репрезентативность выборки по следующим критериям: статистический, ресурсно-экономический, аналитический. Экспертами выступили представители следующих научно-производственных и производственных организаций – ведущих предприятий по производству изделий микроэлектроники:

- АО «Ангстрем»;
- ФГБНУ «НПК «Технологический центр»;
- АО «ЗИТЦ»;
- НИУ «МИЭТ»;
- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»;
- АО «Ангстрем-Т»;
- ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН;
- ФГАОУ ВО ЮФУ;
- ОАО «НИИТМ»;
- ООО «Крокус Наноэлектроника».

Основываясь на анализе нормативных и методических документов, а также имеющихся в отрасли профессиональных стандартов, с учётом корректировки замечаний экспертов, были сформулированы основные компетенции рабочих, участвующих в выполнении следующих технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники: прецизионной фотолитографии, прецизионного травления, элионных процессов. Анализ уже разработанных в отрасли профессиональных стандартов позволил систематизировать информацию, необходимую для решения проектно-исследовательских задач.

Для формулировки обобщённых трудовых функций были проведены экспертные опросы и использован специальный инструментарий для проведения полужформализованного фокусированного интервью на предприятиях по производству изделий микроэлектроники.

Проекты профессиональных стандартов «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники», «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники», «Оператор элионных процессов изделий микроэлектроники» содержат требования к специалистам 3–4-го уровней квалификации. Оценка уровня квалификации была проведена в соответствии с пунктом 6 «Правил разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов», утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 (см. табл. 1) [2].

Уровни квалификаций Российской Федерации применяются в целях:

- международной и межотраслевой сопоставимости квалификационных уровней для формирования единой системы квалификаций и обеспечения трудовой мобильности граждан;
- разработки отраслевых уровней квалификаций и установления единых требований к квалификации работников и выпускников образовательных организаций при разработке профессиональных и образовательных стандартов, программ профессионального образования, проведении оценки результатов образования и формировании системы сертификатов.

В уровнях квалификации важную роль в деятельности работника играет показатель широты полномочий и ответственности. Он определяется степенью самостоятельности профессио-

Таблица 2а. Классификатор ОТФ и составляющих их трудовых функций по направлению «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники»

Обобщённые трудовые функции		Трудовые функции		Уровень квалификации
Код	Наименование	Код	Наименование	
А	Проведение технологических процессов формирования фоторезистивной маски изделий микроэлектроники.	A/01.3	Проведение технологического процесса нанесения фоторезиста на поверхность подложки изделий микроэлектроники.	3
		A/02.3	Совмещение и экспонирование фоторезистивной маски изделий микроэлектроники.	
		A/03.3	Проявление фоторезистивной маски изделий микроэлектроники.	
		A/04.3	Контроль параметров фоторезистивной маски изделий микроэлектроники.	
В	Оптимизация и контроль параметров технологических процессов формирования фоторезистивной маски изделий микроэлектроники.	B/01.4	Контроль параметров технологических процессов прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники.	4
		B/02.4	Оценка влияния параметров технологического оборудования и свойств используемых материалов на контролируемые параметры технологических процессов прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники.	
		B/03.4	Анализ видов и причин технологических несоответствий, возникающих при проведении процессов формирования фоторезистивной маски изделий микроэлектроники.	

Таблица 2б. Классификатор ОТФ и составляющих их трудовых функций по направлению «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники»

Обобщённые трудовые функции		Трудовые функции		Уровень квалификации
Код	Наименование	Код	Наименование	
А	Проведение операций химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники и контроль качества продукции на автоматических и полуавтоматических установках.	A/01.3	Проведение операций химической очистки и жидкостного прецизионного травления в соответствии с маршрутной картой при производстве изделий микроэлектроники.	3
		A/02.3	Контроль качества проведения операций химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники путём осуществления замеров параметров на измерительном оборудовании в соответствии с контрольной картой на изделие.	
		A/03.3	Выполнение действий при выявлении отклонений от установленных требований при проведении операций химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники.	
В	Проведение периодических аттестаций автоматических и полуавтоматических установок химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники, а также реставрации непродуктовых пластин.	B/01.4	Подготовка непродуктовых пластин и выполнение операций аттестации установок химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники.	4
		B/02.4	Выполнение действий при отклонении результатов аттестаций установок химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники от контрольных границ значений параметров.	
		B/03.4	Проведение реставрации непродуктовых пластин на автоматических и полуавтоматических установках производства изделий микроэлектроники.	

Таблица 2в. Классификатор ОТФ и составляющих их трудовых функций «Оператор элионных процессов изделий микроэлектроники»

Обобщённые трудовые функции		Трудовые функции		Уровень квалификации
Код	Наименование	Код	Наименование	
А	Проведение элионных процессов производства изделий микроэлектроники на установках ионного легирования, плазмохимического травления, осаждения и напыления, контроль качества рабочей продукции.	A/01.3	Подготовка установок и материалов к проведению элионных процессов при производстве изделий микроэлектроники.	3
		A/02.3	Выполнение элионных процессов на установках при производстве изделий микроэлектроники.	
		A/03.3	Проведение измерительных операций готовой продукции после проведения элионных процессов при производстве изделий микроэлектроники.	
		A/04.3	Ведение записей по качеству готовой продукции после завершения элионных процессов при производстве изделий микроэлектроники.	
		A/05.3	Выявление несоответствующих стандартам изделий микроэлектроники при проведении элионных процессов.	
		A/06.3	Анализ несоответствий изделий микроэлектроники при проведении элионных процессов.	
В	Аттестация установок ионного легирования, плазмохимического травления, осаждения и вакуумного напыления для проведения элионных процессов производства изделий микроэлектроники.	B/01.4	Подготовка мониторинговых (нерабочих) пластин для аттестации установок для проведения элионных процессов производства изделий микроэлектроники.	4
		B/02.4	Проведение тестов готовности установок для проведения элионных процессов производства изделий микроэлектроники.	
		B/03.4	Выполнение измерительных операций на мониторинговых (нерабочих) пластинах после проведения тестов готовности установок для проведения элионных процессов производства изделий микроэлектроники и перевод установок в работоспособное состояние.	

нальной деятельности, её масштабом, социальными, экологическими, экономическими и другими последствиями, а также полнотой реализации в профессиональной деятельности основных функций руководства (целеполагание, организация, контроль, мотивация исполнителей).

В проектах профессиональных стандартов «Оператор прецизионной фото-

литографии изделий микроэлектроники», «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники», «Оператор элионных процессов изделий микроэлектроники» виды профессиональной деятельности были декомпозированы на две обобщённых трудовых функции. Описание ОТФ, входящих в вид профессиональной деятельности, и обоснование их отне-

сения к конкретным уровням квалификации представлены в таблицах 2а-в. Обоснование установленного уровня квалификации проведено с учётом тарифно-квалификационных характеристик, содержащихся в Едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих [10].

При выделении ОТФ разработчики проектов стандартов ориентирова-

Таблица 3а. Основные умения и знания, необходимые для выполнения трудовых функций по направлению «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники»

Умения	Знания
<ul style="list-style-type: none"> ● Определять, выставлять и регулировать на оборудовании параметры технологического процесса нанесения фоторезиста; ● проводить контроль качества сформированной фоторезистивной плёнки; ● определять тип фотошаблона для процесса экспонирования; ● делать отъём фотошаблона на проведение контроля повторяющихся дефектов; ● определять режимы процесса экспонирования; ● проводить контроль качества проявления фоторезистивной плёнки; ● проводить измерения параметров фоторезистивной маски; ● проводить идентификацию продукции; ● оформлять записи по качеству; ● проводить замеры толщины плёнки фоторезиста; ● проводить замеры линейных размеров контролируемых элементов и величины рассовмещения слоёв фоторезистивной маски; ● идентифицировать рабочую продукцию для её размещения на месте хранения; ● определять оптимальное значение параметров процесса фотолитографии; ● регулировать параметры процесса фотолитографии; ● работать с микроскопом и средствами контроля параметров фоторезистивной маски; ● идентифицировать несоответствующую продукцию; ● вести записи по качеству (заполнение рабочих журналов, сопроводительных листов, сигнальных талонов, сравнение полученных результатов с требованиями контрольной карты). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Межоперационное время хранения подложки; ● методы и режимы нанесения фоторезиста; ● методы и режимы сушки фоторезистивного слоя; ● виды и свойства используемых материалов; ● сроки годности и условия хранения используемых материалов; ● методы оценки качества фоторезистивной плёнки; ● правила техники безопасности при работе на оборудовании нанесения фоторезиста и проявления фоторезистивной маски; ● требования нормативной документации процессов фотолитографии (требования технологических и контрольных карт, требования технического задания на изделие); ● правила электронно-вакуумной гигиены и работы в чистых помещениях; ● физико-химические основы процесса фотолитографии; ● назначение фотошаблона; ● методы оценки качества фотошаблона; ● роль пелликла; ● виды дефектов при совмещении и экспонировании; ● параметры процессов экспонирования; ● режимы проявления фоторезиста; ● методы оценки качества проявления фоторезистивной плёнки; ● знание контрольной карты и действий при отклонениях; ● режимы выполнения технологических процессов прецизионной фотолитографии; ● режимы работы измерительного оборудования; ● требования сопроводительной документации к контролируемым параметрам технологических процессов фотолитографии изделий микроэлектроники (величина контролируемого линейного размера, точность совмещения слоев структуры, доза облучения, время проявления, толщина плёнки фоторезиста, количество «дефектов» по классификации контрольной карты); ● параметры контроля фоторезистивной маски; ● приёмы работы с оптическим контрольно-измерительным оборудованием; ● свойства поверхности подложки, адгезия; ● виды дефектов при формировании фоторезистивной маски; ● виды, причины и методы устранения брака процессов фотолитографии; ● действия с несоответствующей продукцией; ● критерии несоответствия продукции требованиям документации; ● параметры технологических процессов формирования фоторезистивной маски; ● правила техники безопасности при работе на участке фотолитографии.

Таблица 3б. Основные умения и знания, необходимые для выполнения трудовых функций по направлению «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники»

Умения	Знания
<ul style="list-style-type: none"> ● Работать в системе автоматизированного управления производством; ● выбирать в работу партию из списка в сменном задании в соответствии с приоритетами обработки, требованиями межоперационного времени хранения, рекомендациями системы автоматизированного управления производством, указаниями начальника смены; ● загружать контейнеры с пластинами на загрузочные устройства автоматизированного оборудования; ● запускать рецепт обработки партии непосредственно на установке либо с помощью сканера; ● осуществлять контроль работы оборудования с помощью устройств отображения информации (мониторов); ● действовать в нестандартных ситуациях, возникающих на оборудовании прецизионного травления; ● работать с микроскопом и другим измерительным оборудованием визуального контроля; ● работать на установках измерения толщин технологических слоёв; ● работать на установках контроля линейных размеров структур; ● работать на установке контроля дефектности пластин без сформированного рисунка; ● работать на установке измерения параметров металлических слоёв; ● запускать измерительные рецепты на измерительных установках непосредственно на установке либо с помощью системы автоматизированного управления производством; ● работать на оборудовании автоматического поиска дефектов на пластинах с топологией после прохождения специализированных курсов обучения работы на установках данного типа; ● работать на установке сортировки пластин; ● идентифицировать партию предупреждающей биркой, останавливать обработку партии в системе автоматизированного управления производством, выполнять проверку соответствия маркировки пластин партии сопроводительному листу, данным автоматизированной системы управления производством; ● обнаруживать пересортицу, обнаруживать несоответствие между контрольной картой в базе системы автоматизированного управления производством и сопроводительным листом на партию; ● обращаться с разбитыми пластинами; ● извлекать вручную пластины из установки в транспортную кассету под руководством инженера по наладке и испытанию оборудования при возникновении сбоя в работе оборудования при обработке изделий микроэлектроники; ● работать с вакуумными пинцетами для перемещения пластин из/в транспортную кассету; ● использовать систему автоматизированного управления производством при проведении тестов проверки технологической готовности оборудования; ● менять статус оборудования работоспособное/нерботоспособное; ● осуществлять действия при отклонениях параметров процессов согласно технологическим инструкциям; ● исправлять данные по полученным параметрам после повторных измерений; ● делать записи в журнале передачи смен или в системе автоматизированного управления производством; ● планировать собственную деятельность и/или деятельность группы работников, исходя из поставленных задач; ● соблюдать производственную и трудовую дисциплину, правила внутреннего распорядка, правила и нормы по охране труда и технике безопасности, производственной санитарии и электронной гигиене; ● оказывать первую помощь пострадавшему на производстве. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Условия, требуемые для обработки продукции и выполнения процедур проведения технологических операций; ● технологическая документация (операционные карты универсальные, инструкции) по проведению технологических операций на специализированном оборудовании; ● планировка чистого производственного помещения и расположение технологического оборудования; ● наименования и свойства используемых материалов; ● правила обращения с кремниевыми пластинами, кассетами и контейнерами для их хранения и транспортировки; ● правила работы с автоматизированной системой управления производством; ● правила поведения и работы в чистом производственном помещении; ● характеристики сред, влияющих на достижение необходимой точности процесса; ● физико-химические основы и характеристики технологических операций химического травления технологических слоев и очистки поверхности кремниевых пластин; ● основные этапы технологических маршрутов изготовления интегральных микросхем; ● опасные и вредные факторы используемых агрессивных сред; ● техника безопасности работы с жидкими химическими реактивами; ● правила пожарной безопасности при проведении технологической операции; ● критерии качественного травления; ● правила технологической дисциплины, предупреждающие возникновение дефектов травления; ● причины дефектообразования; ● экологические аспекты использования жидких химических реактивов; ● порядок оказания первой помощи пострадавшему на производстве; ● порядок действий при сбойных ситуациях на автоматических и полуавтоматических установках; ● требования производственной и трудовой дисциплины, правила внутреннего трудового распорядка, правила и нормы по охране труда и технике безопасности, производственной санитарии и электронной гигиене; ● действующая система менеджмента качества; ● основы общей химии в необходимом объеме, назначение и свойства применяемых реактивов; ● основы устройства и принципы работы вверенных оператору жидкостного прецизионного травления полуавтоматических и автоматических установок; ● виды дефектов поверхности пластин и каждого технологического слоя; ● контролируемые параметры и границы спецификации технологических операций; ● правила эксплуатации и режимы работы используемого измерительного оборудования; ● физические основы методов контроля толщины технологических слоёв, размеров структур и дефектности поверхности; ● контрольная карта изделия; ● порядок действий при сбойных ситуациях на метрологическом оборудовании; ● отклонения от установленных требований, способные влиять на качество продукции; ● порядок действий при выявлении отклонений от установленных требований; ● правила обращения с несоответствующей и забракованной продукцией; ● виды возможных переделок продукции, которые разрешено проводить операторам в рамках технологической документации; ● типы партий непродуктовых пластин (источники, мониторинг, накопители, реставрируемые, балластные, квалификационные и другие); ● операционные карты универсальные на оборудование прецизионного травления и измерительное оборудование, рабочие технологические инструкции; ● методология и принципы статистического управления процессами; ● технологические инструкции по действиям при отклонении параметров при проведении аттестационных процессов для каждой единицы оборудования; ● контрольные границы значений параметров оборудования; ● причины и порядок проведения внеплановой аттестации оборудования; ● правила ввода информации о проведённой операции; ● порядок разбраковки пластин и отправки на регенерацию; ● нормы контроля для каждого вида вспомогательных пластин.

Таблица 3в. Основные умения и знания, необходимые для выполнения трудовых функций по направлению «Оператор элионных процессов изделий микроэлектроники»

Умения	Знания
<ul style="list-style-type: none"> ● Определять техническое и технологическое состояние установок в автоматизированной системе управления производством; ● подготавливать установки ионного легирования, плазмохимического травления, осаждения и вакуумного напыления к проведению элионных процессов в соответствии с сопроводительной документацией; ● работать с материалами, сырьём и установками, используемыми для проведения элионных процессов; ● работать с технологической оснасткой; ● работать в автоматизированной системе управления производством; ● определять статус рабочей продукции; ● подготавливать рабочую продукцию в соответствии с требованиями технологической документации; ● определять межоперационное время хранения рабочих пластин; ● работать с рабочими пластинами; ● работать с балластными пластинами; ● работать с кассетами и контейнерами для хранения и транспортировки рабочих пластин; ● работать с вакуумным и щипковым линцетом; ● выбирать рецепты и режимы обработки из имеющегося перечня на установках; ● иметь навыки работы на установках плазмохимического травления, ионного легирования, осаждения и вакуумного напыления; ● осуществлять контроль работы установок с помощью средств мониторинга в составе оборудования; ● вносить разрешённые изменения в параметры технологических процессов согласно технологической документации; ● определять момент окончания процесса; ● осуществлять действия при нештатных ситуациях, возникающих на установках плазмохимического травления, ионного легирования, осаждения и вакуумного напыления при проведении технологических процессов; ● обеспечивать безопасную эксплуатацию установок при ведении технологического процесса; ● определять техническое состояние измерительного оборудования; ● пользоваться измерительным оборудованием визуального контроля; ● пользоваться измерительным оборудованием контроля толщины диэлектрических и полупроводниковых слоёв; ● пользоваться измерительным оборудованием контроля линейных размеров; ● пользоваться измерительным оборудованием контроля толщины металлических слоёв; ● пользоваться измерительным оборудованием контроля равномерности легирования и степени разрушения поверхности; ● определять виды дефектов изделий микроэлектроники; ● обеспечивать безопасную эксплуатацию измерительного оборудования при ведении процесса измерения; ● выбирать рецепты и режимы измерений для контроля технологической операции из имеющегося перечня на измерительном оборудовании; ● анализировать полученные результаты измерения; ● управлять сопроводительными листами рабочих партий; ● выявлять на рабочих изделиях микроэлектроники отклонения от установленных требований документации; ● регистрировать несоответствующую продукцию; ● осуществлять выгрузку пластин из установки вручную совместно с инженером по наладке и испытаниям оборудования; ● осуществлять взаимодействие со сменным инженером-технологом; ● работать на установке сортировки пластин (сортер); ● определять вид периодической аттестации оборудования в соответствии с графиком периодической проверки; ● работать с мониторными (нерабочими) пластинами; ● работать с кассетами и контейнерами для хранения и транспортировки мониторных (нерабочих) пластин; ● осуществлять введение данных в автоматизированную систему управления производством; ● изменять статус установок в автоматизированной системе управления производством (с работоспособного на неработоспособное и обратно) согласно технологической документации; ● определять средние, максимальные и минимальные значения, разброс параметров при проведении измерений на мониторных пластинах; ● оказывать первую помощь пострадавшему на производстве. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Технические характеристики, конструктивные особенности, режимы работы и правила эксплуатации установок ионного легирования, плазмохимического травления, вакуумного напыления и осаждения; ● операционные карты универсальные по выполнению технологических операций на установках плазмохимического травления, ионного легирования, вакуумного напыления и осаждения; ● наименования, физико-химические свойства, назначение и условия применения, а также агрегатные состояния используемых материалов (кислот, щелочей, инертных и реактивных газов); ● расположение технологического и измерительного оборудования; ● правила работы с автоматизированной системой управления производством; ● правила работы с рабочими и балластными пластинами; ● правила работы с кассетами и контейнерами для хранения и транспортировки рабочих пластин; ● правила управления сопроводительными листами; ● межоперационное время хранения рабочих пластин; ● правила работы персонала в чистых производственных помещениях; ● базовые знания в области технологических маршрутов изготовления интегральных микросхем; ● технические характеристики, конструктивные особенности, режимы работы и правила эксплуатации используемого измерительного оборудования; ● требования к контролируемым параметрам технологических процессов; ● методы и способы контроля полупроводниковых, диэлектрических и металлических слоёв; ● план действия при отклонении параметров процесса; ● перечень разрешённых переделок рабочих пластин, а также реставрационных циклов обработки рабочих пластин; ● перечень существенных и несущественных несоответствий изделий микроэлектроники; ● виды несоответствий изделий микроэлектроники при проведении процессов ионного легирования, плазмохимического травления, осаждения и вакуумного напыления; ● причины возникновения несоответствий изделий микроэлектроники при проведении процессов ионного легирования, плазмохимического травления, осаждения и вакуумного напыления; ● порядок действий при обнаружении несоответствий изделий микроэлектроники; ● требования плана контроля установок ионного легирования, плазмохимического травления, осаждения и вакуумного напыления согласно технологической документации; ● требования послеоперационного контроля; ● перечень существенных и несущественных (нерабочими) пластинами; ● правила работы с кассетами и контейнерами для хранения и транспортировки мониторных (нерабочих) пластин; ● типы партий нерабочих пластин (источники, мониторные, накопители, реставрируемые); ● порядок оказания первой помощи пострадавшему на производстве; ● правила техники безопасности при работе на установках и правила пожарной безопасности; ● требования системы менеджмента качества и экологического менеджмента предприятия.

лись не только на объективную структуру профессиональной деятельности, но и на удобство использования перечня в сфере образования и сфере труда (при приёме на работу, сертификации и т.д.). Также важным аспектом является то, что каждая ОТФ представляет собой завершённый подвид профессиональной деятельности, который может быть выделен в отдельную деятельность. Таким образом, каждая ОТФ при наличии соответствующих образовательных условий может быть освоена отдельно с получением соответствующего сертификата. Особое внимание разработчики уделяли требованию того, что совокупность ОТФ должна полностью раскрывать содержание вида профессиональной деятельности.

Проекты профессиональных стандартов «Оператор прецизионной фотоли-

тографии изделий микроэлектроники», «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники», «Оператор элионных процессов изделий микроэлектроники» содержат по две ОТФ, отражающие подготовку и эксплуатацию технологического оборудования по каждому из направлений деятельности.

При разработке проектов профессиональных стандартов были разработаны и использованы обобщённые (типовые) классификаторы трудовых функций и трудовых действий, сгруппированных по функциональным областям.

Данный классификатор разрабатывался на основе анализа соответствующих международных и российских стандартов, технологий ведения работ, а также обсуждения с экспертами. Разработка классификатора велась от функциональных областей

через трудовые функции к трудовым действиям и обратно. Такой подход позволил обеспечить полноту покрытия профессиональной деятельности специалиста. Конкретные формулировки трудовых функций и трудовых действий на соответствующих уровнях квалификаций, указанных в проектах стандартов, формировались на основе данных классификаторов с учётом специфики профессии и ОТФ. Основной задачей экспертов-представителей предприятий по производству изделий микроэлектроники являлось определение трудовых функций работников по значимости и частоте их использования в профессиональной деятельности.

На каждый уровень квалификации выделены трудовые функции, которые перечислены в таблицах 2а-в. Эти трудовые функции выбраны таким обра-

зом, чтобы максимально соответствовать целям и задачам профессии на данном уровне квалификаций операторов рассматриваемых направлений.

Анкетирование работников на ведущих предприятиях по производству изделий микроэлектроники позволило декомпозировать трудовые функции на трудовые действия. Под трудовыми действиями понимаются простейшие производственные операции, совершаемые работником в рамках выполнения трудовой функции. Например, в проекте профессионального стандарта «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники» ТФ А/03.3 «Выполнение действий при выявлении отклонений от установленных требований при проведении операций химической очистки и жидкостного прецизионного травления изделий микроэлектроники» трудовые функции декомпозированы на следующие трудовые действия:

- регистрация выявленного несоответствия продукции изделий микроэлектроники;
- оповещение начальника смены и инженера-технолога для проведения немедленных действий;
- выполнение необходимого дополнительного контроля партии продукции изделий микроэлектроники (визуального, технического, документального) для оценки объёма несоответствия в соответствии с планом действий при выявлении отклонений от установленных требований;
- остановка обработки партии изделий микроэлектроники в автоматизированной системе управления производством и непосредственно на установке.

Основными задачами разработчиков проектов стандартов «Оператор прецизионной фотолитографии изделий микроэлектроники», «Оператор прецизионного травления изделий микроэлектроники», «Оператор эллионных процессов изделий микроэлектроники» при формулировке трудовых действий являлись соблюдение достаточности, диагностичности, поддержание единого синтаксического стандарта. Одной из наиболее сложных задач при проектировании стандартов является формулирование необходимых знаний и умений, которые требуются работнику для выполнения должностных обязанностей. Для выполнения перечисленных выше трудовых функций необходимо наличие у персонала умений и знаний, которые указаны в таблицах 3а-в.

Профессиональный стандарт является основой для установления конкретных требований при выполнении трудовых функций работника с учётом специфики деятельности организации. Положения данных профессиональных стандартов должны также учитываться при формировании ФГОС (Федеральный государственный образовательный стандарт) профессионального образования. Таким образом, решается ещё одна кадровая проблема, которая существует на данный момент в отрасли микроэлектроники: неполное соответствие профессиональных компетенций работников предъявляемым квалификационным требованиям.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р «Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов» (с изменениями и дополнениями).
3. Трудовой Кодекс Российской Федерации.
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 147н «Об утверждении Макета профессионального стандарта» (с изменениями и дополнениями).
5. Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработ-

ки проектов профессиональных стандартов».

6. Приказ Минтруда России от 29 апреля 2013 г. № 170н «Об утверждении методических рекомендаций по разработке профессионального стандарта».
7. Приказ Минтруда России от 29 сентября 2014 г. № 667н (ред. от 09.03.2017) «О реестре профессиональных стандартов (перечень видов профессиональной деятельности)».
8. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. Приказом Росстандарта от 31 января 2014 г. № 14-ст) (ред. от 24 декабря 2019 г.).
9. Общероссийский классификатор занятий (принят и введён в действие Приказом Росстандарта от 12 декабря 2014 г. № 2020-ст) ОК 010-2014 (МСК3-08).
10. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих.
11. Постановление Госстандарта РФ от 26 декабря 1994 г. № 367 (ред. от 19.06.2012) «О принятии и введении в действие Общероссийского классификатора профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-94».
12. Общероссийский классификатор специальностей по образованию (принят и введён в действие Приказом Росстандарта от 08.12.2016 № 2007-ст) ОК 009-2016.
13. Web-сайт Министерства Труда России: <https://profstandart.rosmintrud.ru/>.
14. Информационно-методические материалы «Развитие системы профессиональных стандартов – 2019 год». ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт труда» Минтруда России, 2019.






СВЧ-блоки

Синтезаторы частот до 20 ГГц, -140 дБн/Гц @ 1 ГГц, при отстройке 10 кГц, умножители частоты
Аттенюаторы, управляемые напряжением до 26 ГГц
Усилители до 20 ГГц, 0.5 Вт
I/Q модуляторы / демодуляторы, смесители, фильтры

Приборы

Генераторы сигналов, электронные аттенюаторы, I/Q-модуляторы

www.advantex.ru

Реклама