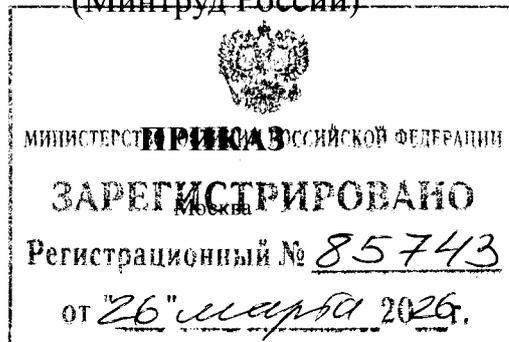




**МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(Минтруд России)

16 февраля 2026 г.



№ 71н

**Об утверждении профессионального стандарта
«Специалист в области проектирования и сопровождения цифровых
интегральных схем и систем на кристалле»**

В соответствии с пунктом 20 Правил разработки и утверждения профессиональных стандартов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2023 г. № 580, п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить прилагаемый профессиональный стандарт «Специалист в области проектирования и сопровождения цифровых интегральных схем и систем на кристалле».

2. Признать утратившими силу:

приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 апреля 2014 г. № 241н «Об утверждении профессионального стандарта «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 мая 2014 г., регистрационный № 32373);

пункт 68 Изменений, вносимых в некоторые профессиональные стандарты, утвержденные приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230).

3. Установить, что настоящий приказ вступает в силу с 1 сентября 2026 г. и действует до 1 сентября 2032 г.

Министр

А.О. Котяков

УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства
труда и социальной защиты
Российской Федерации
от «16» февраля 2026 г. № 71н

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

Специалист в области проектирования и сопровождения цифровых интегральных схем и систем на кристалле

85

Регистрационный номер

Содержание

I. Общие сведения.....	1
II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)	3
III. Характеристика обобщенных трудовых функций.....	7
3.1. Обобщенная трудовая функция «Разработка и верификация синтезируемого описания цифровой интегральной схемы».....	7
3.2. Обобщенная трудовая функция «Разработка и верификация синтезируемого описания системы на кристалле»	11
3.3. Обобщенная трудовая функция «Выполнение логического синтеза цифровой интегральной схемы в базе выбранной технологической библиотеки с учетом временных ограничений» ..	17
3.4. Обобщенная трудовая функция «Разработка функционального описания системы на кристалле и технического задания на нее».....	22
3.5. Обобщенная трудовая функция «Выполнение физической имплементации на основе полученной логической модели системы на кристалле в базе библиотеки технологического процесса с учетом набора ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования»	27
IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта.....	32
V. Сокращения, используемые в профессиональном стандарте.....	32

I. Общие сведения

Проектирование и сопровождение СнК (перечень сокращений приведен в разделе V профессионального стандарта) на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания с использованием средств автоматизированного проектирования

(наименование вида профессиональной деятельности)

40.016

код

Краткое описание вида профессиональной деятельности

Разработка и сопровождение схемотехнических и топологических представлений интегральных микросхем типа «система на кристалле» в соответствии с установленными требованиями технического задания

Группа занятий

2152	Инженеры-электроники	-	-
(код ОКЗ ¹)	(наименование)	(код ОКЗ)	(наименование)

Отнесение к области профессиональной деятельности

40 (код ОПД ²)	Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (наименование области профессиональной деятельности)
-------------------------------	--

Отнесение к видам экономической деятельности

26.11.3 (код ОКВЭД ³)	Производство интегральных электронных схем (наименование вида экономической деятельности)
--------------------------------------	--

II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции			
код	наименование	уровень квалификации	возможные наименования должностей, профессий рабочих	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
А	Разработка и верификация синтезируемого описания цифровой интегральной схемы	6	Инженер в области разработки цифровых схем Инженер-электроник	Разработка графического представления и проведение декомпозиции цифровой интегральной схемы	A/01.6	6
				Разработка цифровой интегральной схемы на уровне регистровых передач	A/02.6	6
				Отладка синтезируемого описания цифровой интегральной схемы в процессе моделирования	A/03.6	6
				Разработка детального плана верификации цифровой интегральной схемы	A/04.6	6
				Разработка верификационного окружения цифровой интегральной схемы	A/05.6	6
В	Разработка и верификация синтезируемого описания системы на кристалле	7	Ведущий инженер в области разработки и верификации СпК Инженер-проектировщик	Разработка тестов для верификации цифровой интегральной схемы	A/06.6	6
				Конфигурирование сложнофункциональных блоков (СФ-блоков) и макроблоков памяти для встраивания в СпК	B/01.7	7
				Разработка подсистемы управления питанием и режимами энергопотребления СпК с определением и описанием доменов питания	B/02.7	7
				Разработка схемы подключения тактовых сигналов и сигналов сброса в СпК	B/03.7	7

С	Выполнение логического синтеза цифровой интегральной схемы в базе выбранной технологической библиотеки с учетом временных ограничений	7	Ведущий инженер в области логического синтеза СМК Инженер-конструктор-системотехник	<p>Разработка верхнего уровня СМК на базе сложнфункциональных цифровых и аналоговых блоков и макроблоков памяти</p> <p>Разработка детального плана верификации функционального описания СМК</p> <p>Разработка верификационного окружения СМК</p> <p>Разработка тестов для верификации интерфейсов СМК</p> <p>Разработка программного обеспечения для верификации СФ-блоков и макроблоков памяти в составе СМК</p> <p>Моделирование логического описания цифровой интегральной схемы в базе библиотеки технологического процесса</p> <p>Разработка временных ограничений на синтезируемую цифровую интегральную схему</p> <p>Проведение логического синтеза цифровой интегральной схемы в базе выбранной технологической библиотеки средствами системы автоматизированного проектирования</p> <p>Проведение формальной проверки логической эквивалентности на соответствие исходного описания цифровой интегральной схемы ее логической модели в базе библиотеки технологического процесса</p> <p>Разработка и интеграция средств встроенного тестирования для отбраковки при производстве кристаллов</p>	<p>В/04.7</p> <p>В/05.7</p> <p>В/06.7</p> <p>В/07.7</p> <p>В/08.7</p> <p>С/01.7</p> <p>С/02.7</p> <p>С/03.7</p> <p>С/04.7</p> <p>С/05.7</p>	7
D	Разработка функционального	7	Руководитель проекта в области разработки СМК	<p>Инициирование постановки работ по проектированию СМК, определение</p>	D/01.7	7

	с использованием средств автоматизированного проектирования			Проведение детальной трассировки СнК и статического временного анализа полученной топологии Проведение финальной верификации топологии СнК	E/06.7 E/07.7	7 7
--	---	--	--	---	------------------	--------

III. Характеристика обобщенных трудовых функций

3.1. Обобщенная трудовая функция

Наименование	Разработка и верификация синтезируемого описания цифровой интегральной схемы	Код	A	Уровень квалификации	6
Возможные наименования должностей, профессий рабочих	Инженер в области разработки цифровых схем Инженер-электроник				

Пути достижения квалификации

Образование и обучение	Высшее образование – бакалавриат
Опыт практической работы	-
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров ⁴ Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда ⁵
Другие характеристики	-

Справочная информация

Наименование документа	Код	Наименование начальной группы, должности, профессии или специальности, направления подготовки
ОКЗ	2152	Инженеры-электроники
ЕКС ⁶	-	Инженер-электроник
ОКПДТР ⁷	201297	Инженер-электроник
Перечни ВО ⁸	25.01.6.0	Электроника

3.1.1. Трудовая функция

Наименование	Разработка графического представления и проведение декомпозиции цифровой интегральной схемы	Код	A/01.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
Трудовые действия	Разработка структурной схемы цифрового устройства Разработка описания входных и выходных портов цифровой схемы Создание графического изображения взаимодействия основных модулей цифровой схемы Описание входящих в состав цифровой схемы модулей и их функций				
Необходимые умения	Читать и анализировать документацию с техническими требованиями к цифровой схеме Использовать векторный графический редактор				

	Производить декомпозицию цифрового устройства по функциональному признаку Составлять таблицы истинности и диаграммы автоматов состояний цифровых схем
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники Принципы декомпозиции схем цифровых устройств Виды типовых функциональных модулей, входящих в состав цифровой схемы Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем Цифровая схемотехника Маршрут проектирования цифровых схем Типовые интерфейсы цифровых устройств
Другие характеристики	-

3.1.2. Трудовая функция

Наименование	Разработка цифровой интегральной схемы на уровне регистровых передач	Код	A/02.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
Трудовые действия	<p>Описание всех уровней иерархии цифровой интегральной схемы на уровне регистровых передач на одном из языков описания цифровой аппаратуры</p> <p>Проверка кода цифровой интегральной схемы на синтезируемость и отсутствие формальных ошибок</p> <p>Подготовка исходных данных для регистрации описания цифровой интегральной схемы как объекта интеллектуальной собственности</p> <p>Проверка и корректировка описания цифровой интегральной схемы с использованием программных инструментов формального анализа описания схемы</p> <p>Сопровождение разработанного кода цифровой интегральной схемы при его интеграции в новые проекты СнК</p>				
Необходимые умения	<p>Разрабатывать исходный синтезируемый код цифровых схем на уровне регистровых передач</p> <p>Использовать систему автоматизированного проектирования для формального анализа исходного синтезируемого кода цифровых схем</p> <p>Использовать программный инструмент формального анализа для проверки и корректировки описания цифровой интегральной схемы</p> <p>Использовать САПР для формального анализа кода на языке описания цифровой аппаратуры</p> <p>Модифицировать исходный синтезируемый код цифровой схемы, предоставляемый разработчиками, задействованными в проекте (специалисты проектной группы и смежных подразделений организации, поставщики)</p>				
Необходимые знания	<p>Технический иностранный язык в области микроэлектроники</p> <p>Виды типовых функциональных модулей, входящих в состав цифровой схемы</p> <p>Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем</p> <p>Цифровая схемотехника</p> <p>Языки описания цифровой аппаратуры</p> <p>Методология разработки описания цифровых схем на языках описания цифровой аппаратуры</p> <p>Маршрут проектирования цифровых схем</p> <p>Возможности САПР для проектирования цифровых интегральных схем</p> <p>Требования к объектам интеллектуальной собственности, предъявляемые</p>				

	службами по интеллектуальной собственности, для их регистрации
	Типовые интерфейсы цифровых устройств
Другие характеристики	-

3.1.3. Трудовая функция

Наименование	Отладка синтезируемого описания цифровой интегральной схемы в процессе моделирования	Код	A/03.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
Трудовые действия	Написание тестового окружения для проверки функционирования цифровой интегральной схемы				
	Написание процедур для проверки функционирования цифровой интегральной схемы				
	Разработка скриптов для запуска симуляции цифровой интегральной схемы в тестовом окружении				
	Моделирование цифровой интегральной схемы с помощью проверочных процедур и определение способов устранения ошибок в работе блока				
Необходимые умения	Разрабатывать исходный синтезируемый код цифровых интегральных схем				
	Разрабатывать тестовое окружение и тестовые процедуры для цифровых схем				
	Использовать САПР для выполнения моделирования в режиме командной строки				
	Использовать САПР для выполнения моделирования в графическом режиме с просмотром временных диаграмм				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Виды типовых функциональных модулей, входящих в состав цифровой интегральной схемы				
	Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем				
	Цифровая схемотехника				
	Языки описания цифровой аппаратуры				
	Маршрут проектирования цифровых интегральных схем				
	Возможности САПР для проектирования цифровых интегральных схем				
Основные типы ошибок САПР при сборке симуляционного окружения					
Другие характеристики	-				

3.1.4. Трудовая функция

Наименование	Разработка детального плана верификации цифровой интегральной схемы	Код	A/04.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
Трудовые действия	Составление перечня верифицируемых функций, конфигураций, интерфейсов, протоколов, регистров цифровой интегральной схемы				
	Определение состава тестового окружения (компоненты, языковые конструкции для верификации) и используемых САПР				
	Разработка списка тестов для верификации цифровой интегральной схемы и алгоритма каждого теста в форме текстового описания				
	Разработка регрессионной модели тестирования, механизма и сценариев регрессионного тестирования цифровой схемы				

	Определение условий, определяющих полноту тестов и успешность завершения каждого теста
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию на цифровую схему
	Разрабатывать план верификации для цифровой интегральной схемы
	Разрабатывать код верификационных компонентов и верификационных тестов
	Использовать САПР для верификации цифровой интегральной схемы
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Маршрут проектирования цифровых интегральных схем
	Методы верификации цифровых интегральных схем
	Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем
	Цифровая схемотехника
	Универсальные методологии верификации цифровой схемы
	Языковые конструкции, используемые для верификации цифровой интегральной схемы
Возможности САПР для проектирования цифровых интегральных схем и методы решения задачи верификации с их помощью	
Другие характеристики	-

3.1.5. Трудовая функция

Наименование	Разработка верификационного окружения цифровой интегральной схемы	Код	A/05.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
--------------	---	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Интеграция готовых верификационных компонентов для интерфейсов и протоколов в верификационное окружение цифровой интегральной схемы
	Разработка верификационных компонентов для интерфейсов и протоколов цифровой интегральной схемы
	Разработка всех уровней структуры верификационного окружения цифровой интегральной схемы
	Разработка скриптов для запуска моделирования цифровой интегральной схемы в тестовом окружении
	Разработка скриптов для запуска формального анализа цифровой интегральной схемы
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию на цифровую интегральную схему
	Разрабатывать код верификационных компонентов для цифровой интегральной схемы
	Разрабатывать код языковых конструкций для верификации
	Разрабатывать код на скриптовом языке для запуска моделирования цифровой интегральной схемы в тестовом окружении
	Разрабатывать код на скриптовом языке для запуска формального анализа цифровой интегральной схемы
	Использовать САПР для верификации
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Типовые интерфейсы СФ-блоков и СнК
	Методы верификации цифровых интегральных схем
	Цифровая схемотехника
	Универсальные методологии верификации цифровой интегральной схемы

	Типовые компоненты цифровых устройств
	Языковые конструкции, используемые для верификации
	Маршрут проектирования цифровых интегральных схем
Другие характеристики	-

3.1.6. Трудовая функция

Наименование	Разработка тестов для верификации цифровой интегральной схемы	Код	A/06.6	Уровень (подуровень) квалификации	6
Трудовые действия	Написание кода верификационных тестов для цифровой интегральной схемы Моделирование цифровой интегральной схемы в разработанных тестах и обнаружение ошибок функционирования Составление отчетов об ошибках функционирования цифровой интегральной схемы Оценка полноты тестирования цифровой интегральной схемы				
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию на цифровую интегральную схему Разрабатывать код верификационных тестов Разрабатывать код языковых конструкций для верификации Использовать САПР для верификации				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники Типовые интерфейсы СФ-блоков и СнК Типовые компоненты цифровых устройств Универсальные методологии верификации цифровой интегральной схемы Методы верификации цифровых интегральных схем Языковые конструкции, используемые для верификации цифровых интегральных схем				
Другие характеристики	-				

3.2. Обобщенная трудовая функция

Наименование	Разработка и верификация синтезируемого описания системы на кристалле	Код	B	Уровень квалификации	7
Возможные наименования должностей, профессий рабочих	Ведущий инженер в области разработки и верификации СнК Инженер-проектировщик				

Пути достижения квалификации

Образование и обучение	Высшее образование – магистратура
Опыт практической работы	Не менее трех лет в области проектирования и сопровождения цифровых схем и систем на кристалле

Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда
Другие характеристики	Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки не реже чем один раз в пять лет

Справочная информация

Наименование документа	Код	Наименование начальной группы, должности, профессии или специальности, направления подготовки
ОКЗ	2144	Инженеры-механики
ЕКС	-	Инженер-проектировщик
	-	Ведущий конструктор
ОКПДТР	201543	Инженер-проектировщик
	201524	Инженер-конструктор
Перечни ВО	25.01.7.1	Электроника

3.2.1. Трудовая функция

Наименование	Конфигурирование сложнофункциональных блоков (СФ-блоков) и макроблоков памяти для встраивания в СнК	Код	V/01.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	---	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Определение наиболее оптимальной конфигурации СФ-блока
	Выбор конфигурации и выгрузка набора файлов сконфигурированного СФ-блока и макроблока памяти
	Редактирование исходного кода цифрового СФ-блока с целью получения требуемой конфигурации
	Написание модулей-оболочек для сконфигурированных СФ-блоков и макроблоков памяти
	Осуществление проверки отсутствия ошибок в сконфигурированном блоке в ходе верификации и логического синтеза
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию с требованиями к СФ-блоку и макроблоку памяти, и описывающую возможности конфигурирования СФ-блока и макроблока памяти
	Анализировать технические требования к СФ-блоку и макроблоку памяти
	Использовать программные инструменты конфигурирования СФ-блоков и макроблоков памяти
	Использовать программные инструменты САПР для верификации и логического синтеза
	Разрабатывать код на языке описания аппаратуры высокого уровня
	Проводить моделирование цифровых блоков средствами САПР
	Проводить логический синтез цифровых блоков средствами САПР
	Интерпретировать результаты моделирования и логического синтеза в соответствии с поставленной задачей
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Языки описания аппаратуры высокого уровня
	Типовые интерфейсы СнК и СФ-блоков

	Особенности разработки СФ-блоков
	Методы верификации СФ-блоков
	Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем
	Цифровая схемотехника
	Основные принципы сквозного проектирования, основы технологии производства интегральных схем
	Универсальные методологии верификации цифровых интегральных схем
	Маршрут проектирования цифровых интегральных схем
Другие характеристики	-

3.2.2. Трудовая функция

Наименование	Разработка подсистемы управления питанием и режимами энергопотребления СнК с определением и описанием доменов питания	Код	В/02.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	<p>Определение требуемых режимов энергопотребления СнК</p> <p>Определение доменов напряжения питания и распределения блоков подсистемы по этим доменам</p> <p>Определение отключаемых от напряжения питания доменов и распределения блоков подсистемы по этим доменам</p> <p>Написание специализированного командного файла для САПР, описывающего энергодомены СнК, включая описание доменов напряжений питания и отключаемых от питания доменов</p> <p>Моделирование и получение значений потребляемой мощности для различных режимов энергопотребления</p> <p>Моделирование схемы управления питанием</p>				
Необходимые умения	<p>Использовать язык описания аппаратуры</p> <p>Анализировать технические требования к СнК с целью определения требуемых режимов энергопотребления</p> <p>Проводить моделирование цифровых блоков средствами САПР</p> <p>Проводить логический синтез цифровых блоков средствами САПР</p> <p>Выполнять оценку энергопотребления СнК в процессе функционирования в выбранном режиме при помощи специальных САПР</p> <p>Интерпретировать результаты моделирования и логического синтеза в соответствии с поставленной задачей</p>				
Необходимые знания	<p>Технический иностранный язык в области микроэлектроники</p> <p>Языки описания аппаратуры высокого уровня</p> <p>Скриптовые языки, используемые САПР</p> <p>Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем</p> <p>Цифровая схемотехника</p> <p>Методы проектирования цифровых схем со сверхнизким энергопотреблением</p> <p>Возможности САПР для моделирования цифровых интегральных схем</p> <p>Возможности САПР для оценки энергопотребления цифровых интегральных схем</p>				
Другие характеристики	-				

3.2.3. Трудовая функция

Наименование	Разработка схемы подключения тактовых сигналов и сигналов сброса в СнК	Код	В/03.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	<p>Определение наиболее оптимальной структуры деревьев сигналов сброса и тактовых сигналов СнК</p> <p>Разработка графического представления дерева тактовых сигналов</p> <p>Разработка графического представления дерева сигналов сброса</p> <p>Описание дерева тактовых сигналов на разных уровнях иерархии СнК при помощи языка описания аппаратуры</p> <p>Описание дерева сигналов сброса на разных уровнях иерархии СнК при помощи языка описания аппаратуры</p> <p>Написание файлов с ограничениями для синтеза, зависящими от структуры дерева тактовых сигналов</p> <p>Определение способов устранения неисправностей, выявленных в ходе статического временного анализа и моделирования СнК</p>				
Необходимые умения	<p>Разрабатывать файлы с временными ограничениями для синтеза СнК</p> <p>Анализировать технические требования к СнК с целью определения наиболее оптимальной структуры деревьев сигналов сброса и тактовых сигналов</p> <p>Анализировать результаты моделирования режимов тактовых сигналов и сигналов сброса и отчеты статического временного анализа СнК</p> <p>Проводить моделирование цифровых блоков средствами САПР</p> <p>Проводить логический синтез цифровых блоков средствами САПР</p> <p>Интерпретировать результаты моделирования и логического синтеза в соответствии с поставленной задачей</p>				
Необходимые знания	<p>Технический иностранный язык в области микроэлектроники</p> <p>Языки описания аппаратуры высокого уровня</p> <p>Скриптовые языки, используемые САПР</p> <p>Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем</p> <p>Цифровая схемотехника</p> <p>Методы проектирования цифровых устройств с двумя и более доменами тактового сигнала</p> <p>Возможности САПР для моделирования цифровых интегральных схем</p> <p>Возможности САПР для логического синтеза, имплементации и статического временного анализа</p> <p>Методы проектирования цифровых схем со сверхнизким энергопотреблением</p>				
Другие характеристики	-				

3.2.4. Трудовая функция

Наименование	Разработка верхнего уровня СнК на базе сложнофункциональных цифровых и аналоговых блоков и макроблоков памяти	Код	В/04.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	<p>Определение оптимальной структурной схемы СнК и оптимального состава сложнофункциональных цифровых и аналоговых блоков и макроблоков памяти</p> <p>Разработка графического представления структурной схемы СнК</p> <p>Описание верхнего уровня иерархии СнК при помощи языка описания аппаратуры</p>				

	Устранение неисправностей или несоответствий требованиям технического задания, выявленных в ходе статического временного анализа, формальной верификации, анализа энергопотребления и моделирования СнК
	Сопровождение описания верхнего уровня иерархии СнК при разработке модификаций данной СнК
Необходимые умения	Разрабатывать файлы с временными ограничениями для синтеза
	Разрабатывать исходный код на языке описания аппаратуры высокого уровня
	Проводить моделирование цифровых блоков средствами САПР
	Проводить логический синтез цифровых блоков средствами САПР
	Интерпретировать результаты моделирования и логического синтеза в соответствии с поставленной задачей
	Анализировать технические требования к СнК с целью определения оптимальной структурной схемы
	Анализировать результаты моделирования СнК и отчеты статического временного анализа
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Языки описания аппаратуры высокого уровня
	Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем
	Цифровая и аналоговая схемотехника
	Основы принципов сквозного проектирования, основы технологии производства интегральных схем
	Возможности САПР для моделирования цифровых интегральных схем
	Возможности САПР для логического синтеза, имплементации и статического временного анализа
Другие характеристики	-

3.2.5. Трудовая функция

Наименование	Разработка детального плана верификации функционального описания СнК	Код	V/05.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Составление перечня верифицируемых функций, конфигураций, интерфейсов, протоколов, внутренних блоков и их регистров				
	Определение состава тестового окружения (компоненты, языковые конструкции для верификации) и используемых САПР				
	Разработка списка тестов для верификации СнК и подробного описания каждого теста				
	Разработка регрессионной модели тестирования, механизма и сценариев регрессионного тестирования				
	Определение условий, определяющих полноту тестов и успешность завершения каждого теста				
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию на СнК и на составные блоки СнК				
	Разрабатывать план верификации СнК				
	Разрабатывать код верификационных компонентов и верификационных тестов				
	Разрабатывать исполняемый программный код, выполняющий верификацию СнК				
	Использовать САПР для верификации СнК				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Типовые архитектуры СнК, маршрут проектирования СнК и роль СФ-блоков в маршруте проектирования СнК				

	Особенности разработки СФ-блоков и методы интеграции СФ-блоков в СнК
	Методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки и при интеграции в СнК
	Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем
	Цифровая схемотехника
	Универсальные методологии верификации цифровых интегральных схем
	Языковые конструкции, используемые для верификации СнК
	Возможности САПР для проектирования цифровых интегральных схем и методы решения задачи верификации с их помощью
Другие характеристики	-

3.2.6. Трудовая функция

Наименование	Разработка верификационного окружения СнК	Код	В/06.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Интеграция готовых верификационных компонентов для интерфейсов и протоколов в верификационное окружение СнК Разработка верификационных компонентов для интерфейсов и протоколов СнК Разработка всех уровней структуры верификационного окружения СнК Разработка скриптов для запуска моделирования СнК в тестовом окружении Разработка скриптов для запуска формальной верификации СнК				
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию на СнК и на составные блоки СнК Разрабатывать код верификационных компонентов Разрабатывать код языковых конструкций для верификации Разрабатывать код на скриптовом языке для запуска моделирования СнК в тестовом окружении Разрабатывать код на скриптовом языке для запуска формальной верификации Использовать САПР для верификации Использовать готовые компоненты для верификации				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники Типовые архитектуры СнК, маршрут проектирования СнК и роль СФ-блоков в маршруте проектирования СнК Методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки и при интеграции в СнК Типовые интерфейсы СнК Цифровая схемотехника Универсальные методологии верификации цифровых интегральных схем Языковые конструкции, используемые для верификации				
Другие характеристики	-				

3.2.7. Трудовая функция

Наименование	Разработка тестов для верификации интерфейсов СнК	Код	В/07.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Написание кода верификационных тестов для интерфейсов СнК Моделирование СнК в разработанных тестах и обнаружение ошибок функционирования СнК				

Необходимые умения	Составление отчетов об ошибках функционирования СнК
	Читать и анализировать техническую документацию на СнК и на составные блоки СнК
	Разрабатывать код верификационных тестов
	Разрабатывать код языковых конструкций для верификации
Необходимые знания	Использовать САПР для верификации
	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Типовые интерфейсы СнК
	Универсальные методологии верификации цифровых интегральных схем
Другие характеристики	Методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки и при интеграции в СнК
	Языковые конструкции, используемые для верификации
Другие характеристики	-

3.2.8. Трудовая функция

Наименование	Разработка программного обеспечения для верификации СФ-блоков и макроблоков памяти в составе СнК	Код	В/08.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка программного кода для СнК, выполняющего верификацию ее составных блоков				
	Написание скриптов для сборки образов исполняемых программ для загрузки в СнК				
	Контроль исполнения СнК программ в процессе моделирования или отладки и обнаружение ошибок в ходе исполнения программ				
	Составление отчетов об ошибках функционирования СнК				
Необходимые умения	Читать и анализировать техническую документацию на СнК и на составные блоки СнК				
	Разрабатывать верификационный код для СнК на универсальном языке программирования				
	Разрабатывать верификационный код для СнК на низкоуровневом языке программирования				
	Работать с отладчиком или симулятором для контроля исполнения СнК программного кода и выявления ошибок функционирования				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Универсальные языки программирования				
	Низкоуровневые языки программирования				
	Процессорные архитектуры набора инструкций				
	Типовые архитектуры СнК				
Методы верификации СФ-блоков СнК					
Другие характеристики	-				

3.3. Обобщенная трудовая функция

Наименование	Выполнение логического синтеза цифровой интегральной схемы в базе выбранной технологической библиотеки с учетом временных ограничений	Код	С	Уровень квалификации	7
--------------	---	-----	---	----------------------	---

Возможные наименования должностей, профессий рабочих	Ведущий инженер в области логического синтеза СнК Инженер-конструктор-системотехник
--	--

Пути достижения квалификации

Образование и обучение	Высшее образование – магистратура
Опыт практической работы	Не менее трех лет в области проектирования и сопровождения цифровых схем и систем на кристалле
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда
Другие характеристики	Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки не реже чем один раз в пять лет

Справочная информация

Наименование документа	Код	Наименование начальной группы, должности, профессии или специальности, направления подготовки
ОКЗ	2144	Инженеры-механики
	-	Ведущий конструктор
ОКПДТР	201524	Инженер-конструктор
	201526	Инженер-конструктор-системотехник
Перечни ВО	25.01.7.1	Электроника

3.3.1. Трудовая функция

Наименование	Моделирование логического описания цифровой интегральной схемы в базе библиотеки технологического процесса	Код	C/01.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Подготовка верификационного окружения для моделирования логического описания цифровой интегральной схемы в базе библиотеки технологического процесса				
	Подготовка скриптов для запуска моделирования логического описания цифровой интегральной схемы в базе библиотеки технологического процесса				
	Выполнение моделирования логического описания цифровой интегральной схемы в базе библиотеки технологического процесса, анализ результатов моделирования, подготовка отчета о неисправностях				
Необходимые умения	Разрабатывать код на скриптовом языке для запуска моделирования СнК в тестовом окружении				
	Разрабатывать код верификационного окружения для СнК для моделирования логического описания схемы в базе библиотеки технологического процесса				

	Выявлять неисправности в работе цифровой интегральной схемы в ходе анализа результатов моделирования
	Использовать САПР для верификации цифровой интегральной схемы
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Типовые архитектуры СнК, маршрут проектирования СнК и роль СФ-блоков в маршруте проектирования СнК
	Типовые интерфейсы СнК
	Цифровая схемотехника
	Универсальные методологии верификации цифровых интегральных схем
	Языковые конструкции, используемые для верификации цифровых интегральных схем
	Маршрут проектирования цифровых интегральных схем
	Возможности САПР для проектирования цифровых интегральных схем
Другие характеристики	-

3.3.2. Трудовая функция

Наименование	Разработка временных ограничений на синтезируемую цифровую интегральную схему	Код	C/02.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка набора основных временных ограничений для синтезируемой цифровой интегральной схемы в требуемом формате				
	Разработка набора временных исключений для файла с временными ограничениями в требуемом формате				
	Проверка временных ограничений на корректность и применимость к цифровой интегральной схеме при помощи САПР для логического синтеза или верификации временных ограничений				
Необходимые умения	Подготавливать файлы с временными ограничениями				
	Определять допустимые временные исключения в цифровой интегральной схеме или СнК				
	Использовать САПР для логического синтеза или верификации временных ограничений для проверки корректности файлов с временными ограничениями				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Методология логического синтеза цифровых интегральных схем средствами САПР				
	Формат представления ограничений для синтеза и имплементации цифровых интегральных схем				
	Возможности САПР для логического синтеза, имплементации и статического временного анализа				
Другие характеристики	-				

3.3.3. Трудовая функция

Наименование	Проведение логического синтеза цифровой интегральной схемы в базе выбранной технологической библиотеки средствами системы автоматизированного проектирования	Код	C/03.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Разработка окружения логического синтеза цифровой интегральной схемы
	Синтез цифровой интегральной схемы в базе выбранной технологической библиотеки
	Формирование отчетов о временных, мощностных и размерных характеристиках синтезированной цифровой интегральной схемы
	Выгрузка результатов логического синтеза цифровой интегральной схемы
Необходимые умения	Подготавливать скрипты окружения логического синтеза цифровой интегральной схемы с использованием скриптового языка программирования
	Проводить логический синтез цифровой интегральной схемы с учетом плана кристалла (топографический синтез)
	Проводить логический синтез цифровой интегральной схемы без учета плана кристалла
	Проводить логический синтез цифровых интегральных схем с СФ-блоками и макроблоками памяти
	Проводить логический синтез цифровых интегральных схем без СФ-блоков и макроблоков памяти
	Проводить инкрементальный логический синтез цифровой интегральной схемы
	Интерпретировать результаты статического временного анализа
	Проводить логический синтез цифровой интегральной схемы с учетом интеграции средств встроенного тестирования
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Скриптовый язык программирования
	Методология логического синтеза цифровых интегральных схем средствами САПР
	Методы оптимизации временных характеристик цифровых интегральных схем средствами САПР
	Методы оптимизации энергопотребления цифровых интегральных схем средствами САПР
	Принципы функционирования последовательностных и комбинационных цифровых интегральных схем
	Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем
Другие характеристики	-

3.3.4. Трудовая функция

Наименование	Проведение формальной проверки логической эквивалентности на соответствие исходного описания цифровой интегральной схемы ее логической модели в базе библиотеки технологического процесса	Код	C/04.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка окружения формальной проверки логической эквивалентности цифровой интегральной схемы Сравнение исходного описания цифровой интегральной схемы с логической моделью схемы в базе библиотеки технологического процесса с помощью формальной проверки логической эквивалентности Формирование отчета с результатами формальной проверки логической эквивалентности цифровой интегральной схемы				

Необходимые умения	Подготавливать скрипты окружения формальной проверки логической эквивалентности цифровой интегральной схемы с использованием скриптового языка программирования
	Проводить формальную проверку логической эквивалентности цифровой интегральной схемы средствами САПР
	Интерпретировать результаты формальной проверки логической эквивалентности цифровой интегральной схемы
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Скриптовый язык программирования
	Основы и принципы формальной проверки логической эквивалентности цифровых интегральных схем
	Основные законы булевой алгебры
	Языки описания цифровой аппаратуры
	Методология логического синтеза средствами САПР
Возможности САПР для проектирования цифровых интегральных схем	
Другие характеристики	-

3.3.5. Трудовая функция

Наименование	Разработка и интеграция средств встроенного тестирования для отбраковки при производстве кристаллов	Код	C/05.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	---	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Определение необходимого набора встраиваемых средств тестирования
	Разработка методики тестирования СнК
	Разработка требований к блокам, структурам верхнего уровня, внешним выводам СнК
	Интеграция средств тестирования в цифровую интегральную схему и СнК
	Разработка наборов тестовых векторов
	Верификация СнК и интегрированных СФ-блоков с использованием тестовых векторов
Необходимые умения	Встраивать средства самотестирования в цифровые интегральные схемы и СнК
	Создавать наборы тестовых векторов для промышленных тестеров
	Проводить верификацию встраиваемых средств самотестирования
	Использовать САПР для генерации наборов тестовых векторов для средств самотестирования
	Использовать САПР для встраивания средств самотестирования в цифровые интегральные схемы и СнК
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Методология логического синтеза схем средствами САПР
	Методология интеграции встраиваемых средств тестирования средствами САПР
	Методы генерации наборов тестовых векторов
	Особенности функционирования промышленных тестеров
Другие характеристики	-

3.4. Обобщенная трудовая функция

Наименование	Разработка функционального описания системы на кристалле и технического задания на нее	Код	D	Уровень квалификации	7
Возможные наименования должностей, профессий рабочих	Руководитель проекта в области разработки СнК Главный конструктор Заместитель главного конструктора				

Пути достижения квалификации

Образование и обучение	Высшее образование – магистратура
Опыт практической работы	Не менее пяти лет в области проектирования и сопровождения цифровых схем и систем на кристалле
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда
Другие характеристики	Рекомендуется дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки не реже чем один раз в пять лет

Справочная информация

Наименование документа	Код	Наименование начальной группы, должности, профессии или специальности, направления подготовки
ОКЗ	1223	Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам
ЕКС	-	Главный конструктор проекта
	-	Главный конструктор
ОКПДТР	200538	Главный конструктор
Перечни ВО	25.01.7.1	Электроника

3.4.1. Трудовая функция

Наименование	Инициирование постановки работ по проектированию СнК, определение области применения СнК и выбор технологического базиса для СнК (технологии изготовления)	Код	D/01.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка и согласование с заказчиком первичного технического задания на интегральную схему, СБИС или СнК Определение области применения СнК с учетом конкурентоспособных характеристик Выбор на основе первичного технического задания и области применения технологического процесса изготовления СБИС или СнК				

Необходимые умения	Читать и анализировать требования системного уровня, технические спецификации, техническую документацию по разработке и внедрению интегральной схемы, СБИС или СнК
	Анализировать функциональные возможности и способы использования программных пакетов САПР для проектирования интегральной схемы на главных этапах процессов проектирования БИС и СБИС
	Проводить системную интеграцию на всех уровнях разрабатываемого проекта СнК
	Разрабатывать техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Основы системного проектирования микроэлектронных устройств на базе принципа модульности с цифровым микропроцессорным (компьютерным) управлением
	Особенности процесса, методов и этапов проектирования, представления схем на различных этапах проектирования
	Принципы построения физических и математических моделей и их применимость к конкретным процессам и приборам
	Характеристики САПР для проектирования интегральных схем и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования СнК и СБИС
	Технологии изготовления СБИС и СнК
Другие характеристики	-

3.4.2. Трудовая функция

Наименование	Разработка алгоритма функционирования системы на основе первичного технического задания на СнК	Код	D/02.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Определение состава СнК				
	Определение набора инструментальных средств описания проекта на системном уровне				
	Определение множества специальных математических и логических функций и операций, описывающих работу СнК				
	Разработка поведенческой высокоуровневой модели всей системы без учета временных характеристик средствами универсальных и специализированных языков программирования и языков описания аппаратуры				
Необходимые умения	Читать и анализировать первичное техническое задание				
	Читать и анализировать требования системного уровня, технические спецификации, техническую документацию по разработке и внедрению СнК				
	Выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования				
	Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования				
	Анализировать функциональные возможности и способы использования программных пакетов САПР для проектирования интегральных схем на главных этапах процессов проектирования БИС и СБИС				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Универсальные и специализированные языки программирования, языки				

	описания аппаратуры и скриптовые языки
	Основы системного проектирования микроэлектронных устройств на базе принципа модульности с цифровым микропроцессорным (компьютерным) управлением
	Общая характеристика процесса проектирования, методы и этапы проектирования
	Особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и математических моделей, их применимости к конкретным процессам и приборам
	Характеристики САПР для проектирования интегральных схем и методы решения задач схемотехнического проектирования СнК и СБИС
Другие характеристики	-

3.4.3. Трудовая функция

Наименование	Разработка набора тестов системного уровня и проведение верификации поведенческой модели всей СнК	Код	D/03.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка системы тестов, покрывающих верификационные запросы в текущей среде САПР				
	Компьютерное моделирование и верификация поведенческой модели СнК				
	Подтверждение соответствия проекта СнК требованиям, зафиксированным в первичном техническом задании в области выполнения ожидаемых функций				
Необходимые умения	Читать и анализировать требования системного уровня, технические спецификации, техническую документацию по разработке и внедрению СнК				
	Пользоваться специализированными системами высокоуровневой верификации и моделирования				
	Разрабатывать верификационные тесты для поведенческой модели СнК				
	Использовать готовый верификационный код для разработки на его основе собственного кода				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Универсальные и специализированные языки программирования и скриптовые языки				
	Основы системного проектирования интегральных микросхем и СнК				
	Методы системной верификации и контроля				
	Особенности систем высокоуровневой верификации и моделирования				
Другие характеристики	-				

3.4.4. Трудовая функция

Наименование	Определение набора блоков, реализуемых в виде аппаратной части, и набора блоков, реализуемых в виде программной части	Код	D/04.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разбиение СнК на аппаратную и программную части				
	Разработка спецификации аппаратной части СнК				
	Разработка спецификации программной части СнК				
Необходимые умения	Читать и анализировать требования системного уровня, технические спецификации, техническую документацию по разработке и внедрению СнК				

	<p>Пользоваться специализированными системами высокоуровневой верификации и моделирования</p> <p>Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования</p> <p>Разрабатывать технические описания на составные части СнК</p> <p>Разрабатывать программный код на универсальных и низкоуровневых языках программирования</p>
Необходимые знания	<p>Технический иностранный язык в области микроэлектроники</p> <p>Основы системного проектирования микроэлектронных устройств на базе принципа модульности с цифровым микропроцессорным (компьютерным) управлением</p> <p>Общая характеристика процесса проектирования, методы и этапы проектирования, особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и математических моделей, их применимости к конкретным процессам и приборам</p> <p>Универсальные и низкоуровневые языки программирования</p>
Другие характеристики	-

3.4.5. Трудовая функция

Наименование	Разработка архитектуры всей СнК на основе СФ-блоков	Код	D/05.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	<p>Определение состава СФ-блоков аппаратной части СнК</p> <p>Определение состава СФ-блоков программной части СнК</p> <p>Определение спецификации оригинальной части СнК</p> <p>Разработка архитектуры аппаратной части СнК, введение системной шины</p> <p>Разработка карты памяти СнК с отображением в нее программно доступных регистров и блоков памяти СФ-блоков</p> <p>Подключение СФ-блоков к системной шине СнК</p> <p>Разработка карты прерываний</p> <p>Разработка процедуры включения питания и загрузки программного обеспечения</p>				
Необходимые умения	<p>Разрабатывать СФ-блоки СБИС, выполняющие заданную функцию, и заданный интерфейс обмена данными с системой</p> <p>Разрабатывать мосты для соединения устройств с различными интерфейсами и работающих на различных частотах, верифицировать разрабатываемый СФ-блок, добиваясь при этом приемлемой полноты тестирования, верифицировать СФ-блок сторонней фирмы, поставляемый как черный ящик, как локальными тестами, так и в составе системы</p>				
Необходимые знания	<p>Технический иностранный язык в области микроэлектроники</p> <p>Типовые архитектуры СнК, маршрут проектирования СнК и роль СФ-блоков в маршруте проектирования СнК</p> <p>Особенности разработки СФ-блоков и методы интеграции СФ-блоков в СнК</p> <p>Методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки и при интеграции в СнК</p> <p>Характеристики САПР для проектирования интегральных схем и методы решения задач схемотехнического проектирования СнК и СБИС</p>				
Другие характеристики	-				

3.4.6. Трудовая функция

Наименование	Проведение верификации разработанного архитектурного решения СнК	Код	D/06.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка транзакционных высокоуровневых моделей компонентов всей СнК Моделирование транзакционной высокоуровневой модели СнК методами компьютерного моделирования Внесение изменений в набор аппаратных и программных блоков и транзакционных моделей после анализа результатов моделирования Оценка корректности выбранного архитектурного решения				
Необходимые умения	Верифицировать разрабатываемый СФ-блок, добиваясь при этом приемлемой полноты тестирования, верифицировать СФ-блок сторонней фирмы, поставляемый как черный ящик, локальными тестами и в составе системы Использовать инструментарий для разработки СФ-блоков, включающий в себя методологию тестирования и верификации Писать тесты для СнК с заданной архитектурой на универсальном языке программирования Разрабатывать программный код транзакционных высокоуровневых моделей блоков СнК				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники Методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки и при интеграции в СнК Универсальные языки программирования и скриптовые языки Типовые интерфейсы цифровых устройств				
Другие характеристики	-				

3.4.7. Трудовая функция

Наименование	Разработка общей концепции тестирования СнК, включая разработку тестовых векторов и стратегию тестирования в кремнии	Код	D/07.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Определение методов верификации аппаратной части СнК и программных средств верификации Разработка тестового плана изделия и его составных частей Разработка наборов тестовых векторов для верификации аппаратной части СнК Разработка общей стратегии и алгоритма тестирования в кремнии и верификации СнК Оценка возможности и необходимости введения в аппаратную часть блоков самотестирования				
Необходимые умения	Применять САПР для интеграции тестовой инфраструктуры аппаратной части СнК Применять САПР для интеграции блоков самотестирования в аппаратную часть СнК Применять САПР для генерации тестовых векторов для аппаратной части СнК				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники Методы верификации аппаратной части СнК и программные средства верификации				

	Принципы построения тестовых векторов и полноты покрытия теста
	Возможности промышленного тестового оборудования
	Методология интеграции встраиваемых средств тестирования средствами САПР
Другие характеристики	-

3.4.8. Трудовая функция

Наименование	Разработка технического задания на программную и аппаратную части СнК	Код	D/08.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	<p>Описание алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК с раскрытием работы ее отдельных узлов, включая временные диаграммы, предложения по их реализации аппаратными или программными методами</p> <p>Описание поведенческих моделей отдельных цифровых узлов и всей цифровой части СнК в целом, описывающих функции и временные соотношения без привязки к конкретной технологической реализации СнК</p> <p>Описание наборов функциональных тестов, необходимых для верификации логической модели СнК</p> <p>Разработка технических требований к разработке аналоговых и аналого-цифровых узлов СнК</p>				
Необходимые умения	<p>Оформлять результаты испытаний поведенческой модели СнК и (или) ее макета на отдельных микросхемах, отражающие соответствие архитектуры и алгоритма СнК требованиям первичного технического задания</p> <p>Верифицировать разрабатываемый СФ-блок, добиваясь при этом приемлемой полноты тестирования, верифицировать СФ-блок сторонней фирмы, поставляемый как черный ящик, как локальными тестами, так и в составе системы</p> <p>Разрабатывать методическую и локальную техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ</p> <p>Производить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, содействовать подготовке процесса их выполнения, обеспечению необходимыми техническими данными, материалами и оборудованием</p>				
Необходимые знания	<p>Требования к оформлению технической документации для СнК</p> <p>Требования ЕСКД</p> <p>Правила выполнения чертежей согласно требованиям ЕСКД</p> <p>Технический иностранный язык в области микроэлектроники</p>				
Другие характеристики	-				

3.5 Обобщенная трудовая функция

Наименование	Выполнение физической имплементации на основе полученной логической модели системы на кристалле в базе библиотеки технологического процесса с учетом набора ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования	Код	E	Уровень квалификации	7
--------------	---	-----	---	----------------------	---

Возможные наименования должностей, профессий рабочих	Ведущий инженер в области разработки топологии СнК Инженер-конструктор
--	---

Пути достижения квалификации

Образование и обучение	Высшее образование – магистратура
Опыт практической работы	Не менее трех лет в области проектирования и сопровождения цифровых схем и систем на кристалле
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда
Другие характеристики	Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки не реже чем один раз в пять лет

Справочная информация

Наименование документа	Код	Наименование начальной группы, должности, профессии или специальности, направления подготовки
ОКЗ	2144	Инженеры-механики
ЕКС	-	Инженер-конструктор (конструктор)
	-	Ведущий конструктор
ОКПДТР	201524	Инженер-конструктор
Перечни ВО	25.01.7.1	Электроника

3.5.1. Трудовая функция

Наименование	Подготовка окружения физической имплементации цифровой интегральной схемы и СнК	Код	E/01.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка окружения физической имплементации				
	Проверка корректности и полноты файлов с временными ограничениями при помощи САПР для физической имплементации и их доработка при необходимости				
	Проверка корректности скриптов для окружения физической имплементации и их применимости к цифровой схеме и СнК при помощи САПР для физической имплементации				
Необходимые умения	Разрабатывать скрипты для окружения физической имплементации с использованием скриптового языка программирования				
	Разрабатывать файлы с временными ограничениями для синтеза и имплементации СнК				
	Проверять корректность скриптов для окружения физической имплементации и их применимость к цифровой схеме и СнК при помощи САПР для				

Необходимые знания	физической имплементации
	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Скриптовый язык программирования
	Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК с использованием средств САПР
Другие характеристики	Скриптовые языки, используемые САПР
	-

3.5.2. Трудовая функция

Наименование	Разработка плана размещения контактов кристалла в корпусе	Код	E/02.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Разработка предварительного плана геометрии кристалла				
	Разработка плана размещения контактов кристалла в корпусе в соответствии с техническим заданием и с учетом требуемого уровня энергопотребления, электромиграции и требований к защите от статического электричества				
	Выполнение проверки плана размещения контактов кристалла в корпусе на соответствие физическим ограничениям				
	Выполнение моделирования с целью выявления эффектов помехи между выводами, всплесков напряжения				
Необходимые умения	Использовать САПР для планирования размещения контактов кристалла в корпусе				
	Использовать САПР для проверки соответствия физическим ограничениям и моделирования негативных эффектов после упаковки в корпус и распайки				
	Оптимизировать размещение контактов кристалла в корпусе для достижения наибольшего быстродействия микросхемы				
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники				
	Типы корпусов микросхем				
	Цифровая и аналоговая схемотехника				
	Основы технологии производства интегральных схем				
Другие характеристики	Особенности проектирования печатных плат				
	-				

3.5.3. Трудовая функция

Наименование	Разработка плана размещения макроблоков в составе топологии СнК	Код	E/03.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
Трудовые действия	Планирование схемы питания кристалла, доменов питания и режимов функционирования доменов питания				
	Предварительный анализ падения напряжений в цепях питания СнК				
	Размещение СФ-блоков и макроблоков памяти				
	Размещение ячеек ввода-вывода				
	Трассировка аналоговых сигналов СнК				
	Построение сетки питания, проектирование расположения шин земли и питания для стандартных ячеек				
Необходимые умения	Размещать компоненты кристалла с использованием средств САПР				
	Выполнять предварительный расчет ширины шин в цепях питания в СнК				

	Выполнять разводку аналоговых сигналов с использованием средств САПР
	Выполнять трассировку и экранирование аналоговых сигналов с целью минимизации помех
	Производить построение сетки шин в цепях питания
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК с использованием средств САПР
	Характерные особенности этапа предварительного размещения компонентов цифровой схемы и СнК
Другие характеристики	-

3.5.4. Трудовая функция

Наименование	Размещение стандартных ячеек цифровой части СнК	Код	Е/04.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	---	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Автоматическое размещение стандартных библиотечных элементов
	Выполнение статического временного анализа после размещения стандартных ячеек и интерпретация его результатов
	Оптимизация размещения стандартных библиотечных элементов в составе СнК
	Корректировка предварительного плана топологии и размещения макроблоков в составе кристалла СнК
Необходимые умения	Производить размещение стандартных ячеек с использованием средств САПР
	Выполнять статический временной анализ
	Интерпретировать результаты статического временного анализа
	Оптимизировать план размещения макроблоков в составе топологии СнК для улучшения результатов статического временного анализа
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК
	Особенности этапа размещения стандартных ячеек цифровой схемы и СнК
	Особенности библиотек стандартных ячеек для технологических процессов
Другие характеристики	-

3.5.5. Трудовая функция

Наименование	Проведение синтеза дерева синхросигналов СнК	Код	Е/05.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Создание скрипта с описанием требований и ограничений для дерева синхросигналов в составе топологии СнК
	Автоматический синтез и размещение библиотечных элементов дерева синхросигналов
	Выполнение статического временного анализа СнК после синтеза дерева синхросигналов и интерпретация его результатов
	Оптимизация синтеза и размещения элементов дерева синхросигналов
Необходимые умения	Выполнять синтез дерева синхросигнала средствами САПР
	Проводить отладку дерева синхросигнала

Необходимые знания	Выполнять статический временной анализ СнК
	Интерпретировать результаты статического временного анализа СнК
	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Особенности построения дерева синхронизации средствами САПР
Другие характеристики	Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК
	-

3.5.6. Трудовая функция

Наименование	Проведение детальной трассировки СнК и статического временного анализа полученной топологии	Код	Е/06.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	---	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Выполнение детальной разводки шин металлизации в составе СнК
	Выполнение статического временного анализа после детальной трассировки и интерпретация его результатов
	Оптимизация детальной разводки шин металлизации СнК по результатам статического временного анализа
	Анализ статического, динамического тока потребления СнК и тока утечки
	Оптимизация топологии СнК по статическому, динамическому току потребления и току утечки
	Размещение специальных элементов (ячейки распределенной емкости, элементы минимизации антенного эффекта) в топологии СнК
	Сопровождение топологии СнК при разработке модификаций данной СнК
Необходимые умения	Пользоваться программными средствами трассировки кристалла
	Пользоваться САПР для выполнения статического временного анализа
	Пользоваться САПР для физической имплементации СнК
	Интерпретировать результаты статического временного анализа
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Маршрут физической имплементации
	Особенности трассировки схем средствами САПР
Другие характеристики	-

3.5.7. Трудовая функция

Наименование	Проведение финальной верификации топологии СнК	Код	Е/07.7	Уровень (подуровень) квалификации	7
--------------	--	-----	--------	-----------------------------------	---

Трудовые действия	Проведение анализа падения напряжения на шинах цепей питания
	Проведение анализа эффекта электромиграции
	Добавление специальных технологических элементов (охранное кольцо, метки, обозначения)
	Добавление полигонов с целью оптимизации плотности заполнения слоев в топологии СнК
	Проверка соответствия топологии правилам проектирования
	Проверка соответствия между топологией и электрической схемой
	Получение графической визуализации распределения тепла по кристаллу и выявление зон с недопустимо высокой температурой

	Подготовка исходных данных для регистрации топологии как объекта интеллектуальной собственности
Необходимые умения	Проводить физическое проектирование и верификацию средствами САПР
	Производить оценку потребляемой мощности с учетом информации о переключательной активности схемы
	Использовать САПР для выполнения анализа падения напряжения на длинных линиях трассировки
	Использовать САПР для выполнения анализа динамического падения напряжения
	Использовать САПР для генерации полигонов с целью оптимизации плотности заполнения слоев в топологии СнК
	Использовать САПР для физической верификации топологии, а именно проверки соответствия между топологией и электрической схемой и проверки соответствия топологии правилам проектирования
	Использовать САПР для анализа распределения тепла по кристаллу
Необходимые знания	Технический иностранный язык в области микроэлектроники
	Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК
	Технологические ограничения на функциональные слои интегральных схем и СнК
	Основные принципы сквозного проектирования, основы технологии производства интегральных схем
	Цифровая и аналоговая схемотехника
	Основы тепловых процессов в интегральных схемах
	Требования к объектам интеллектуальной собственности, предъявляемые службами по интеллектуальной собственности, для их регистрации
Другие характеристики	-

IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта

4.1. Ответственная организация-разработчик

Фонд инфраструктурных и образовательных программ, город Москва
Генеральный директор Тихонов Алексей Никитович

4.2. Наименования организаций-разработчиков

1	АО «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», город Москва, город Зеленоград
2	Некоммерческое партнерство «Межотраслевое объединение nanoиндустрии», город Москва
3	Совет по профессиональным квалификациям в сфере нанотехнологий и микроэлектроники, город Москва
4	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», город Воронеж
5	ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», город Москва

V. Сокращения, используемые в профессиональном стандарте

БИС – большая интегральная схема

ЕСКД – единая система конструкторской документации

САПР – система автоматизированного проектирования

СБИС – сверхбольшая интегральная схема
СНК – цифровые интегральные схемы и системы на кристалле
СФ-блок – сложнофункциональный блок

¹ Общероссийский классификатор занятий.

² Приказ Минтруда России от 29 сентября 2014 г. № 667н «О реестре профессиональных стандартов (перечне видов профессиональной деятельности)» (зарегистрирован Минюстом России 19 ноября 2014 г., регистрационный № 34779) с изменением, внесенным приказом Минтруда России от 9 марта 2017 г. № 254н (зарегистрирован Минюстом России 29 марта 2017 г., регистрационный № 46168).

³ Общероссийский классификатор видов экономической деятельности.

⁴ Приказ Минтруда России, Минздрава России от 31 декабря 2020 г. № 988н/1420н «Об утверждении перечня вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры» (зарегистрирован Минюстом России 29 января 2021 г., регистрационный № 62278), действует до 1 апреля 2027 г.; приказ Минздрава России от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвертой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» (зарегистрирован Минюстом России 29 января 2021 г., регистрационный № 62277) с изменениями, внесенными приказами Минздрава России от 1 февраля 2022 г. № 44н (зарегистрирован Минюстом России 9 февраля 2022 г., регистрационный № 67206), от 2 октября 2024 г. № 509н (зарегистрирован Минюстом России 1 ноября 2024 г., регистрационный № 79994), действует до 1 апреля 2027 г.

⁵ Порядок обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда, устанавливаемый Правительством Российской Федерации в соответствии со статьей 219 Трудового кодекса Российской Федерации.

⁶ Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих.

⁷ Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов.

⁸ Приказ Минобрнауки России от 1 февраля 2022 г. № 89 «Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам ординатуры и программам ассистентуры-стажировки» (зарегистрирован Минюстом России 3 марта 2022 г., регистрационный № 67610) с изменениями, внесенными приказами Минобрнауки России от 29 августа 2022 г. № 822 (зарегистрирован Минюстом России 15 ноября 2022 г., регистрационный № 70948), от 2 августа 2024 г. № 514 (зарегистрирован Минюстом России 16 августа 2024 г., регистрационный № 79187).