УТВЕРЖДЕН
приказом Министерства
труда и социальной защиты
Российской Федерации
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. №\_\_\_

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

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

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | Регистрационный номер |

# Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Общие сведения
 | 1 |
| 1. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)
 | 3 |
| 1. Характеристика обобщенных трудовых функций
 | 6 |
| 3.1. Обобщенная трудовая функция «Разработка и верификация синтезируемого описания цифровой схемы»  | 6 |
| 3.2. Обобщенная трудовая функция «Разработка и верификация синтезируемого описания СнК» | 11 |
| 3.3. Обобщенная трудовая функция «Логический синтез схемы в базисе выбранной технологической библиотеки с учетом временных ограничений» | 18 |
| 3.4. Обобщенная трудовая функция «Разработка функционального описания и технического задания на СнК»  | 23 |
| 3.5. Обобщенная трудовая функция «Физическая имплементация на основе полученной логической модели в базисе библиотеки техпроцесса с учетом набора ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования»  | 30 |
| 1. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта
 | 35 |

**I. Общие сведения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Проектирование цифровых схем и систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания с использованием средств автоматизированного проектирования |  |  |
| (наименование вида профессиональной деятельности) | Код |
| Основная цель вида профессиональной деятельности: |
| Разработка 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]](#endnote-1)) | (наименование) | (код ОКЗ) | (наименование) |
| Отнесение к видам экономической деятельности: |
| 26.11.3  | Производство интегральных электронных схем  |
| 71.12.6  | Деятельность в области технического регулирования, стандартизации, метрологии, аккредитации, каталогизации продукции  |
| 71.2  | Технические испытания, исследования, анализ и сертификация  |
| 26.20 | Производство компьютеров и периферийного оборудования |
| 26.30 | Производство коммуникационного оборудования |
| 62.01 | Разработка компьютерного программного обеспечения |
| (код ОКВЭД[[2]](#endnote-2)) | (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 | наименование | код | уровень (подуровень) квалификации |
| А | Разработка и верификация синтезируемого описания цифровой схемы | 6 | Разработка графического представления и проведение декомпозиции цифровой схемы | A/01.6 | 6 |
| Разработка цифровой схемы на уровне регистровых передач | A/02.6 |
| Отладка синтезируемого описания цифровой схемы в процессе моделирования | A/03.6 |
| Разработка детального плана верификации цифровой схемы | A/04.6 |
| Разработка верификационного окружения цифровой схемы | A/05.6 |
| Разработка тестов для верификации цифровой схемы | A/06.6 |
| B | Разработка и верификация синтезируемого описания СнК | 7 | Конфигурирование сложно-функциональных блоков (СФ-блоков) и макроблоков памяти для встраивания в СнК | B/01.7 | 7 |
| Разработка подсистемы управления питанием и режимами энергопотребления СнК с определением и описанием доменов питания | B/02.7 |
| Разработка схемы подключения тактовых сигналов и сигналов сброса в СнК | B/03.7 |
| Разработка верхнего уровня СнК на базе сложно-функциональных цифровых и аналоговых блоков и макроблоков памяти | B/04.7 |
| Разработка детального плана верификации функционального описания СнК  | B/05.7 |
| Разработка верификационного окружения СнК | B/06.7 |
| Разработка тестов для верификации интерфейсов СнК | B/07.7 |
| Разработка программного обеспечения для верификации СФ-блоков и макроблоков памяти в составе СнК | B/08.7 |
| С | Логический синтез схемы в базисе выбранной технологической библиотеки с учетом временных ограничений | 7 | Моделирование логического описания схемы в базисе библиотеки техпроцесса | С/01.7 |  |
| Разработка временных ограничений на синтезируемую схему | С/02.7 |
| Проведение логического синтеза схемы в базисе выбранной технологической библиотеки средствами системы автоматизированного проектирования (САПР) | С/03.7 |
| Проведение формальной проверки логической эквивалентности на соответствие исходного описания цифровой схемы ее логической модели в базисе библиотеки техпроцесса | С/04.7 |
| Разработка и интеграция средств встроенного тестирования для отбраковки при производстве кристаллов | С/05.7 |
| D | Разработка функционального описания и технического задания на СнК | 7 | Инициирование постановки работ по проектированию СнК, определение области применения СнК и выбор технологического базиса для СнК (технологии изготовления) | D/01.7 | 7 |
| Разработка алгоритма функционирования системы на основе первичного технического задания | D/02.7 |
| Разработка набора тестов системного уровня и проведение верификации поведенческой модели всей СнК  | D/03.7 |
| Определение набора блоков, реализуемых в виде аппаратной части, и набора блоков, реализуемых в виде программной части | D/04.7 |
| Разработка архитектуры всей СнК на основе СФ- блоков  | D/05.7 |
| Проведение верификации разработанного архитектурного решения | D/06.7 |
| Разработка общей концепции тестирования СнК, включая разработку тестовых векторов и стратегию тестирования в кремнии | D/07.7 |
| Разработка технического задания на программную и аппаратную части СнК | D/08.7 |
| E | Физическая имплементация на основе полученной логической модели в базисе библиотеки техпроцесса с учетом набора ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования | 7 | Подготовка окружения физической имплементации цифровой схемы и СнК  | E/01.7 | 7 |
| Разработка плана размещения контактов кристалла к корпусу | E/02.7 |
| Разработка плана размещения макроблоков в составе топологии СнК | E/03.7 |
| Размещение стандартных ячеек цифровой части СнК | E/04.7 |
| Проведение синтеза дерева синхросигналов СнК | E/05.7 |
| Проведение детальной трассировки СнК и статический временной анализ полученной топологии | E/06.7 |
| Финальная верификация топологии СнК | E/07.7 |

|  |
| --- |
| **III. Характеристика обобщенных трудовых функций** |

**3.1. Обобщенная трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка и верификация синтезируемого описания цифровой схемы | Код | А | Уровень квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер в области разработки цифровых схем |
|  |  |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование – бакалавриат или магистратура |
| Требования к опыту практической работы | - |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации[[3]](#endnote-3)Прохождение инструктажа по охране труда и технике безопасности[[4]](#endnote-4)  |
| Другие характеристики | - |
| Дополнительные характеристики: |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС[[5]](#endnote-5) | **-** | Инженер-проектировщик |
| **-** | Инженер-электроник |
| ОКПДТР[[6]](#endnote-6) | 22827 | Инженер**-**проектировщик |
| 22864 | Инженер-электроник |
| ОКСО[[7]](#endnote-7) | 2.11.03.04 | Электроника и наноэлектроника  |
| 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника |

|  |
| --- |
| **3.1.1. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка графического представления и проведение декомпозиции цифровой схемы | Код | A/01.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 интерпретировать документацию с техническими требованиями |
| Владеть графическим редактором |
| Производить декомпозицию цифрового устройства по функциональному признаку |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Принципы декомпозиции схем устройств |
| Виды типовых функциональных модулей, входящих в состав цифровой схемы |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Другие характеристики | – |

|  |
| --- |
| **3.1.2. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка цифровой схемы на уровне регистровых передач | Код | A/02.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | Х | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Описание всех уровней иерархии цифровой схемы на уровне регистровых передач на одном из языков описания цифровой аппаратуры |
| Проверка кода цифровой схемы на синтезируемость и отсутствие формальных ошибок |
| Необходимые умения | Разрабатывать исходный синтезируемый код цифровых схем |
| Проектировать цифровые схемы |
| Использовать САПР для формального анализа кода на языке описания цифровой аппаратуры |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Виды типовых функциональных модулей, входящих в состав цифровой схемы |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Языки описания цифровой аппаратуры |
| Методология разработки описания цифровых схем на языках описания цифровой аппаратуры |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.1.3. Трудовая функция** |
| Наименование | Отладка синтезируемого описания цифровой схемы в процессе моделирования | Код | A/03.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | Х | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Написание тестового окружения для проверки функционирования цифровой схемы |
| Написание процедур для проверки функционирования цифровой схемы |
| Разработка скриптов для запуска симуляции цифровой схемы в тестовом окружении |
| Моделирование цифровой схемы с помощью проверочных процедур и определение способов устранения ошибок в работе блока |
| Необходимые умения | Разрабатывать исходный синтезируемый код цифровых схем |
| Разрабатывать тестовое окружение и тестовые процедуры для цифровых схем |
| Использовать САПР для моделирования цифровых схем |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Виды типовых функциональных модулей, входящих в состав цифровой схемы |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Языки описания цифровой аппаратуры |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.1.4. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка детального плана верификации цифровой схемы | Код | A/04.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | Х | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Составление перечня верифицируемых функций, конфигураций, интерфейсов, протоколов, регистров цифровой схемы |
| Определение состава тестового окружения (компоненты, языковые конструкции для верификации) и используемых САПР |
| Разработка списка тестов 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 интерпретировать техническую документацию на цифровую схему |
| Разрабатывать план верификации для цифровой схемы |
| Разрабатывать код верификационных компонентов и верификационных тестов |
| Использовать САПР для верификации цифровой схемы |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Маршрут проектирования цифровых схем |
| Методы верификации цифровых схем |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая схемотехника  |
| Универсальные методологии верификации цифровой схемы |
| Языковые конструкции, используемые для верификации цифровой схемы |
| Возможности современных САПР для проектирования ИС и методы решения задачи верификации с их помощью |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.1.5. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка верификационного окружения цифровой схемы | Код | A/05.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | Х | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Интеграция готовых верификационных компонентов для интерфейсов и протоколов в верификационное окружение цифровой схемы |
| Разработка верификационных компонентов для интерфейсов и протоколов цифровой схемы |
| Разработка всех уровней структуры верификационного окружения цифровой схемы |
| Разработка скриптов для запуска моделирования цифровой схемы в тестовом окружении  |
| Разработка скриптов для запуска формального анализа цифровой схемы  |
| Необходимые умения | Читать и интерпретировать документацию на цифровую схему |
| Разрабатывать код верификационных компонентов для цифровой схемы |
| Разрабатывать код языковых конструкций для верификации |
| Разрабатывать код для запуска моделирования цифровой схемы в тестовом окружении на скриптовом языке |
| Разрабатывать код для запуска формального анализа цифровой схемы на скриптовом языке |
| Использовать САПР для верификации |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Типовые интерфейсы СФ-блоков и СнК |
| Методы верификации цифровых схем |
| Цифровая схемотехника |
| Универсальные методологии верификации цифровой схемы |
| Типовые компоненты цифровых устройств |
| Языковые конструкции, используемые для верификации |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.1.6. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка тестов для верификации цифровой схемы | Код | A/06.6 | Уровень (подуровень) квалификации | 6 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | Х | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Написание кода верификационных тестов для цифровой схемы |
| Моделирование цифровой схемы в разработанных тестах и обнаружение ошибок функционирования |
| Составление отчетов об ошибках функционирования цифровой схемы |
| Оценка полноты тестирования |
| Необходимые умения | Читать и интерпретировать документацию на цифровую схему |
| Написание кода верификационных тестов |
| Написание кода языковых конструкций для верификации |
| Использование САПР для верификации |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Типовые интерфейсы СФ-блоков и СнК |
| Типовые компоненты цифровых устройств |
| Универсальные методологии верификации цифровой схемы |
| Методы верификации цифровых схем |
| Языковые конструкции, используемые для верификации цифровых схем |
| Другие характеристики | - |

**3.2. Обобщенная трудовая функция**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Разработка и верификация синтезируемого описания СнК | Код | B | Уровень квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер в области разработки и верификации СнК |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования цифровых схем и систем на кристалле |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской ФедерацииПрохождение инструктажа по охране труда и технике безопасности |
| Другие характеристики | Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки |
| Дополнительные характеристики: |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Инженер-проектировщик |
| - | Ведущий конструктор |
| - | Инженер-электроник |
| ОКПДТР | 22827 | Инженер-проектировщик |
| 42492 | Инженер-конструктор-системотехник |
| ОКСО | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
| **3.2.1. Трудовая функция** |
| Наименование | Конфигурирование СФ-блоков и макроблоков памяти для встраивания в СнК | Код | B/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Определение наиболее оптимальной конфигурации СФ-блока |
| Выбор конфигурации и выгрузка набора файлов сконфигурированного СФ-блока/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 интерпретировать документацию с требованиями к СФ-блоку/макроблоку памяти |
| Читать и интерпретировать документацию, описывающую СФ-блок/макроблок памяти и возможности его конфигурирования |
| Анализировать технические требования к СФ-блоку/макроблоку памяти |
| Использовать программные инструменты конфигурирования СФ-блоков/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 английский язык |
| 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 (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Основные принципы сквозного проектирования, основы технологии производства интегральных схем  |
| Универсальные методологии верификации цифровых схем |
| Другие характеристики | - |
| **3.2.2. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка подсистемы управления питанием и режимами энергопотребления СнК с определением и описанием доменов питания | Код | B/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Определение требуемых режимов энергопотребления СнК |
| Определение доменов напряжения питания и распределения блоков подсистемы по этим доменам |
| Определение отключаемых от напряжения питания доменов и распределения блоков подсистемы по этим доменам |
| Написание специализированного командного файла для САПР, описывающего энергодомены СнК, включая описание доменов напряжений питания и отключаемых от питания доменов |
| Моделирование и получение значений потребляемой мощности для различных режимов энергопотребления |
| Моделирование схемы управления питанием |
| Необходимые умения | Владеть языком описания аппаратуры |
| Владеть скриптовыми языками, используемыми САПР |
| Анализировать технические требования к СнК с целью определения требуемых режимов энергопотребления |
| Проводить моделирование цифровых блоков средствами САПР |
| Проводить логический синтез цифровых блоков средствами САПР |
| Выполнять оценку энергопотребления СнК в процессе функционирования в выбранном режиме при помощи специальных САПР |
| Интерпретировать результаты моделирования и логического синтеза в соответствии с поставленной задачей |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Языки описания аппаратуры высокого уровня |
| Скриптовые языки, используемые САПР |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Методы проектирования цифровых схем со сверхнизким энергопотреблением |
| Возможности современных САПР для моделирования цифровых схем |
| Возможности современных САПР для оценки энергопотребления цифровых схем |
| Другие характеристики | - |
| **3.2.3. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка схемы подключения тактовых сигналов и сигналов сброса в СнК | Код | B/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Определение наиболее оптимальной структуры деревьев сигналов сброса и тактовых сигналов СнК |
| Разработка графического представления дерева тактовых сигналов |
| Разработка графического представления дерева сигналов сброса |
| Описание дерева тактовых сигналов на разных уровнях иерархии СнК при помощи языка описания аппаратуры |
| Описание дерева сигналов сброса на разных уровнях иерархии СнК при помощи языка описания аппаратуры |
| Написание файлов с ограничениями для синтеза, зависящими от структуры дерева тактовых сигналов |
| Определение способов устранения неисправностей, выявленных в ходе статического временного анализа и моделирования СнК |
| Необходимые умения | Разрабатывать файлы с временными ограничениями для синтеза СнК |
| Анализировать технические требования к СнК с целью определения наиболее оптимальной структуры деревьев сигналов сброса и тактовых сигналов |
| Анализировать результаты моделирования режимов тактовых сигналов и сигналов сброса и отчеты статического временного анализа СнК |
| 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 английский язык  |
| Языки описания аппаратуры высокого уровня |
| Скриптовые языки, используемые САПР |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Проектирование цифровых устройств с двумя и более доменами тактового сигнала |
| Возможности современных САПР для моделирования цифровых схем |
| Возможности современных САПР для логического синтеза, имлементации и статического временного анализа |
| Методы проектирования цифровых схем со сверхнизким энергопотреблением |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.2.4. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка верхнего уровня СнК на базе сложно-функциональных цифровых и аналоговых блоков и макроблоков памяти | Код | B/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия | Определение оптимальной структурной схемы СнК и оптимального состава сложно-функциональных цифровых и аналоговых блоков и макроблоков памяти |
| Разработка графического представления структурной схемы СнК |
| Описание верхнего уровня иерархии СнК при помощи языка описания аппаратуры |
| Устранение неисправностей или несоответствия требованиям ТЗ, выявленных в ходе статического временного анализа, формальной верификации, анализа энергопотребления и моделирования СнК, путем корректирования структурной схемы СнК, описаний СнК и ее компонентов на языках описания цифровой аппаратуры |
| Необходимые умения | Разрабатывать файлы с временными ограничениями для синтеза |
| 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 английский язык  |
| Языки описания аппаратуры высокого уровня |
| Булева алгебра и элементная база цифровых интегральных схем (ИС) |
| Цифровая и аналоговая схемотехника |
| Основы принципов сквозного проектирования, основы технологии производства интегральных схем |
| Возможности современных САПР для моделирования цифровых схем |
| Возможности современных САПР для логического синтеза, имлементации и статического временного анализа |
| Другие характеристики | - |
| **3.2.5. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка детального плана верификации функционального описания СнК  | Код | B/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| 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 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 интерпретировать 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 английский язык  |
| 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 (ИС) |
| Цифровая схемотехника |
| Универсальные методологии верификации цифровых схем |
| Языковые конструкции, используемые для верификации СнК |
| Возможности современных САПР для проектирования ИС и методы решения задачи верификации с их помощью |
| Другие характеристики | - |
| **3.2.6. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка верификационного окружения СнК | Код | B/06.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 интерпретировать документацию на СнК и на составные блоки СнК |
| Разрабатывать код верификационных компонентов |
| Разрабатывать код языковых конструкций для верификации |
| Разрабатывать код для запуска моделирования СнК в тестовом окружении на скриптовом языке |
| Разрабатывать код для запуска формальной верификации на скриптовом языке |
| Использовать САПР для верификации |
| Использовать готовые компоненты для верификации |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| 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 схем |
| Языковые конструкции, используемые для верификации |
| Другие характеристики | - |
| **3.2.7. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка тестов для верификации интерфейсов СнК | Код | B/07.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Написание кода верификационных тестов для интерфейсов СнК |
| Моделирование СнК в разработанных тестах и обнаружение ошибок функционирования СнК |
| Составление отчетов об ошибках функционирования СнК |
| Необходимые умения | Читать и интерпретировать документацию на СнК и на составные блоки СнК |
| Разрабатывать код верификационных тестов |
| Разрабатывать код языковых конструкций для верификации |
| Использовать САПР для верификации |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Типовые интерфейсы СнК |
| Универсальные методологии верификации цифровых схем |
| 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 | B/08.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 интерпретировать 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 английский язык |
| 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 | Логический синтез схемы в базисе выбранной технологической библиотеки с учетом временных ограничений | Код | С | Уровень квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер в области логического синтеза СнК |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования цифровых схем и систем на кристалле |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской ФедерацииПрохождение инструктажа по охране труда и технике безопасности |
| Другие характеристики | Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки |
| Дополнительные характеристики: |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Инженер-проектировщик |
| - | Ведущий конструктор |
| - | Инженер-электроник |
| ОКПДТР | 22827 | Инженер-проектировщик |
| 42492 | Инженер-конструктор-системотехник |
| ОКСО | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
| **3.3.1. Трудовая функция** |
| Наименование | Моделирование логического описания схемы в базисе библиотеки техпроцесса | Код | С/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Подготовка верификационного окружения для моделирования логического описания схемы в базисе библиотеки техпроцесса |
| Подготовка скриптов для запуска моделирования логического описания схемы в базисе библиотеки техпроцесса |
| Выполнение моделирования логического описания схемы в базисе библиотеки техпроцесса и анализ результатов моделирования, подготовка отчета о неисправностях |
| Необходимые умения | Разрабатывать код для запуска моделирования СнК в тестовом окружении на скриптовом языке |
| Разрабатывать код верификационного окружения для СнК для моделирования логического описания схемы в базисе библиотеки техпроцесса |
| Использовать САПР для верификации |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Типовые архитектуры СнК, маршрут проектирования СнК и роль СФ-блоков в маршруте проектирования СнК |
| Типовые интерфейсы СнК |
| Цифровая схемотехника |
| Универсальные методологии верификации цифровых схем |
| Языковые конструкции, используемые для верификации |
| Другие характеристики | - |
| **3.3.2. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка временных ограничений на синтезируемую схему | Код | С/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка набора временных ограничений для синтезируемой схемы в требуемом формате |
| Проверка временных ограничений на корректность и применимость к схеме при помощи САПР для логического синтеза или верификации временных ограничений |
| Необходимые умения | Подготавливать файлы с временными ограничениями |
| Использовать САПР для логического синтеза или верификации временных ограничений для проверки корректности файлов с временными ограничениями |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Методология логического синтеза схем средствами САПР |
| Формат представления ограничений для синтеза и имплементации цифровых схем |
| Другие характеристики | - |
| **3.3.3. Трудовая функция** |
| Наименование | Проведение логического синтеза схемы в базисе выбранной технологической библиотеки средствами системы автоматизированного проектирования (САПР) | Код | С/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка окружения логического синтеза |
| Синтез схемы в базисе выбранной технологической библиотеки |
| Формирование и анализ отчетов о временных, мощностных и размерных характеристиках синтезированной схемы |
| Выгрузка результатов логического синтеза |
| Необходимые умения | Подготавливать скрипты окружения логического синтеза с использованием скриптового языка программирования |
| Проводить логический синтез с учетом плана кристалла (топографический синтез) |
| Проводить логический синтез без учета плана кристалла |
| Проводить логический синтез схем с СФ-блоками и макроблоками памяти |
| Проводить логический синтез схем без СФ-блоков и макроблоков памяти  |
| Проводить инкрементальный логический синтез |
| Интерпретировать результаты статического временного анализа |
| Проводить логический синтез с учетом интеграции средств встроенного тестирования |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Скриптовый язык программирования |
| Методология логического синтеза схем средствами САПР |
| Методы оптимизации временных характеристик схем средствами САПР |
| Методы оптимизации энергопотребления схем средствами САПР |
| Принципы функционирования последовательностных и комбинационных цифровых схем |
| Булева алгебра и элементная база цифровых схем |
| Другие характеристики | - |
| **3.3.4. Трудовая функция** |
| Наименование | Проведение формальной проверки логической эквивалентности на соответствие исходного описания цифровой схемы ее логической модели в базисе библиотеки техпроцесса | Код | С/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка окружения формальной проверки логической эквивалентности |
| Сравнение исходного описания цифровой схемы с логической моделью схемы в базисе библиотеки техпроцесса с помощью формальной проверки логической эквивалентности |
| Формирование и анализ отчета с результатами формальной проверки логической эквивалентности |
| Необходимые умения | Подготавливать скрипты окружения формальной проверки логической эквивалентности с использованием скриптового языка программирования |
| Проводить формальную проверку логической эквивалентности средствами САПР |
| Интерпретировать результаты формальной проверки логической эквивалентности |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Скриптовый язык программирования |
| Основы и принципы формальной проверки логической эквивалентности цифровых схем |
| Основные законы булевой алгебры |
| Языки описания цифровой аппаратуры |
| Методология логического синтеза средствами САПР |
| Другие характеристики | - |
| **3.3.5. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка и интеграция средств встроенного тестирования для отбраковки при производстве кристаллов | Код | С/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 схему и СнК |
| Разработка наборов тестовых векторов |
| Верификация СнК и интегрированных СФ-блоков с использованием тестовых векторов |
| Необходимые умения | Встраивать средства самотестирования в цифровые схемы и СнК |
| Создавать наборы тестовых векторов для промышленных тестеров |
| Проводить верификацию встраиваемых средств самотестирования |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| 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 и технического задания на СнК | Код | D | Уровень квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |
| Возможные наименования должностей, профессий | Руководитель проекта в области разработки СнКГлавный конструкторЗаместитель главного конструктора |

|  |  |
| --- | --- |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее пяти лет в области проектирования цифровых схем и систем на кристалле |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской ФедерацииПрохождение инструктажа по охране труда и технике безопасности |
| Другие характеристики | Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки |
| Дополнительные характеристики: |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | **-** | Главный конструктор проекта |
| **-** | Инженер-электроник |
| ОКПДТР | 20783 | Главный конструктор проекта |
| ОКСО | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
| **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 |
|  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка и согласование с заказчиком первичного технического задания на интегральную схему, сверхбольшую интегральную схему (СБИС) или СнК |
| Определение области применения СнК с учетом конкурентоспособных характеристик |
| Выбор на основе первичного технического задания (ТЗ) и области применения технологического процесса изготовления СБИС или СнК |
| Необходимые умения | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению |
| Анализировать функциональные возможности и способы использования программных пакетов САПР для проектирования ИС на главных этапах процессов проектирования большой интегральной схемы (БИС) и СБИС |
| Проводить системную интеграцию на всех уровнях разрабатываемого проекта СнК |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Основы системного проектирования микроэлектронных устройств на базе принципа модульности с цифровым микропроцессорным (компьютерным) управлением |
| Глубокое понимание процесса, методов и этапов проектирования, особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и математических моделей, их применимости к конкретным процессам и приборам |
| Характеристики современных САПР для проектирования ИС 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 | Код | D/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Определение состава СнК |
| Определение набора инструментальных средств описания проекта на системном уровне |
| Определение множества специальных математических, логических и других 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 интерпретировать первичное техническое задание |
| Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению  |
| 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 ИС на главных этапах процессов проектирования БИС и СБИС |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| 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 современных САПР для проектирования ИС 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 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка системы тестов, покрывающих верификационные запросы в текущей среде САПР |
| Компьютерное моделирование и верификация поведенческой модели СнК  |
| Подтверждение соответствия проекта требованиям, зафиксированным в первичном ТЗ в части выполнения ожидаемых функций как таковых |
| Необходимые умения | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению  |
| Пользоваться специализированными системами высокоуровневой верификации и моделирования |
| Разрабатывать верификационные тесты для поведенческой модели СнК |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Универсальные и специализированные языки программирования и скриптовые языки  |
| Основы системного проектирования интегральных микросхем и СнК |
| Методы системной верификации и контроля |
| 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 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разбиение СнК на аппаратную и программную части  |
| Разработка спецификации аппаратной части СнК  |
| Разработка спецификации программной части СнК |
| Необходимые умения | Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению |
| Пользоваться специализированными системами высокоуровневой верификации и моделирования  |
| Работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования |
| Разрабатывать технические описания на составные части СнК |
| Разрабатывать программный код на универсальных и низкоуровневых языках программирования |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| 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 |
| Универсальные и низкоуровневые языки программирования |
| Другие характеристики | - |
| **3.4.5. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка архитектуры всей СнК на основе СФ-блоков  | Код | D/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Определение состава СФ-блоков аппаратной части СнК  |
| Определение состава СФ-блоков программной части СнК  |
| Определение спецификации оригинальной части СнК  |
| Разработка архитектуры аппаратной части СнК, введение системной шины |
| Разработка карты памяти СнК с отображением в нее программно-доступных регистров и блоков памяти СФ-блоков |
| Подключение СФ-блоков к системной шине СнК |
| Разработка карты прерываний |
| Разработка процедуры включения питания и загрузки ПО |
| Необходимые умения | Разрабатывать СФ-блоки СБИС, выполняющие заданную функцию, и заданный интерфейс обмена данными с системой |
| 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 |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| 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 |
| Другие характеристики | - |
|  |  |
| **3.4.6. Трудовая функция** |
| Наименование | Проведение верификации разработанного архитектурного решения | Код | D/06.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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  |
| Владеть инструментарием для разработки СФ-блоков, включающим в себя методологию тестирования/верификации |
| Писать тесты для СнК с заданной архитектурой на универсальном языке программирования |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Методы верификации СФ-блоков на этапе их разработки и при интеграции в СнК |
| Универсальные языки программирования и скриптовые языки |
| 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 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 | Владеть САПР с целью интеграции тестовой инфраструктуры для аппаратной части СнК |
| Владеть САПР с целью генерации тестовых векторов для аппаратной части СнК |
| Необходимые знания | Технический английский язык  |
| Методы верификации аппаратной части СнК и программные средства верификации  |
| Принципы построения тестовых векторов и полноты покрытия теста  |
| Возможности промышленного тестового оборудования |
| 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 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Описание алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК с раскрытием работы ее отдельных узлов, включая временные диаграммы, предложения по их реализации аппаратными или программными методами  |
| 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  |
| Описание наборов функциональных тестов, необходимых для верификации логической модели СнК |
| Разработка технических требований к разработке аналоговых и аналого-цифровых узлов СнК |
| Необходимые умения | Оформлять результаты испытаний поведенческой модели СнК и/или ее макета на отдельных микросхемах, отражающие соответствие архитектуры и алгоритма СнК требованиям первичного технического задания |
| 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 |
| Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ |
| Проводить 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 |
| Необходимые знания | Требования к оформлению технической документации для СнК |
| Требования единой системы конструкторской документации (ЕСКД) |
| Правила выполнения чертежей согласно требованиям ЕСКД  |
| Технический английский язык |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.5 Обобщенная трудовая функция** |
| Наименование | Физическая имплементация на основе полученной логической модели в базисе библиотеки техпроцесса с учетом набора ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования | Код | E | Уровень квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер в области разработки топологии СнК |
|  |
| Требования к образованию и обучению | Высшее образование - магистратура |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования цифровых схем и систем на кристалле |
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской ФедерацииПрохождение инструктажа по охране труда и технике безопасности |
| Другие характеристики | Дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки |
| Дополнительные характеристики |
| Наименование документа | Код | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
| ОКЗ | 2152 | Инженеры-электроники |
| ЕКС | - | Инженер-проектировщик |
| - | Ведущий конструктор |
| - | Инженер-электроник |
| ОКПДТР | 22827 | Инженер-проектировщик |
| 42492 | Инженер-конструктор-системотехник |
| ОКСО | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |

|  |
| --- |
| **3.5.1. Трудовая функция** |
| Наименование | Подготовка окружения физической имплементации цифровой схемы и СнК  | Код | E/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка окружения физической имплементации  |
| 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 |
| Проверять корректность скриптов для окружения физической имплементации и их применимость к цифровой схеме и СнК при помощи САПР для физической имплементации |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Скриптовый язык программирования |
| Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК с использованием средств САПР |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.5.2. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка плана размещения контактов кристалла к корпусу | Код | E/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Разработка предварительного плана геометрии кристалла |
| Разработка плана размещения контактов кристалла к корпусу в соответствии с техническим заданием и с учетом требуемого уровня энергопотребления, электромиграции и требований по защите от статического электричества |
| Выполнение проверки плана размещения контактов кристалла к корпусу на соответствие физическим ограничениям  |
| Выполнение моделирования с целью выявления эффектов помехи между выводами, всплесков напряжения и пр. |
| Необходимые умения | Использовать САПР для планирования размещения контактов кристалла к корпусу |
| Использовать САПР для проверки соответствия физическим ограничениям и моделирования негативных эффектов после упаковки в корпус и распайки |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Типы корпусов микросхем |
| Цифровая и аналоговая схемотехника |
| Основы технологии производства интегральных схем |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.5.3. Трудовая функция** |
| Наименование | Разработка плана размещения макроблоков в составе топологии СнК | Код | E/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 ширин 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 английский язык |
| 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 | E/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Автоматическое размещение стандартных библиотечных элементов |
| Выполнение статического временного анализа после размещения стандартных ячеек и интерпретации его результатов |
| Оптимизация размещения стандартных библиотечных элементов в составе СнК |
| Корректировка предварительного плана топологии и размещения макроблоков в составе кристалла СнК |
| Необходимые умения | Проводить размещение стандартных ячеек с использованием средств САПР |
| Выполнять статический временной анализ |
| Интерпретировать результаты статического временного анализа |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК |
| Особенности этапа размещения стандартных ячеек цифровой схемы и СнК |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.5.5. Трудовая функция** |
| Наименование | Проведение синтеза дерева синхросигналов СнК | Код | E/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Создания 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 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  |
| Выполнять статический временной анализ |
| Интерпретировать результаты статического временного анализа |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Особенности построения дерева синхронизации средствами САПР |
| Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.5.6. Трудовая функция** |
| Наименование | Проведение детальной трассировки СнК и статический временной анализ полученной топологии | Код | E/06.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| 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 |
| Оптимизации топологии СнК по статическому, динамическому току потребления и току утечки |
| Размещение специальных элементов (ячейки распределенной емкости, элементы минимизации антенного эффекта и др.) в топологии СнК  |
| Необходимые умения | Пользоваться программными средствами трассировки кристалла |
| Пользоваться САПР для выполнения статического временного анализа |
| Интерпретировать результаты статического временного анализа |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Маршрут физической имплементации |
| Особенности трассировки схем средствами САПР |
| Другие характеристики | - |

|  |
| --- |
| **3.5.7. Трудовая функция** |
| Наименование | Финальная верификация топологии СнК | Код | E/07.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|  |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |  |  |
|  |  | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|  |  |
| Трудовые действия | Проведение анализа падения напряжения на шинах цепей питания (IR-drop) |
| Проведение анализа эффекта электромиграции |
| Добавление специальных технологических элементов (seal ring, метки, обозначения и др.) |
| Добавление полигонов с целью оптимизации плотности заполнения слоев в топологии СнК |
| Проверка соответствия топологии правилам проектирования (DRC)  |
| Проверка соответствия между топологией и электрической схемой (LVS) |
| Анализ распределения тепла по кристаллу |
| Необходимые умения | Проводить физическое проектирование и верификацию средствами САПР |
| Проводить оценку потребляемой мощности с учетом информации о переключательной активности схемы |
| Использовать САПР для выполнения анализа падения напряжения на длинных линиях трассировки (IP-drop) |
| 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 (LVS) и проверки соответствия топологии правилам проектирования (DRC) |
| Использовать САПР для анализа распределения тепла по кристаллу |
| Необходимые знания | Технический английский язык |
| Маршрут физической имплементации цифровых схем и СнК |
| Технологические ограничения на функциональные слои ИС и СнК |
| Основные принципы сквозного проектирования, основы технологии производства интегральных схем  |
| Цифровая и аналоговая схемотехника |
| Основы тепловых процессов в интегральных схемах |
| Другие характеристики | - |

**IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта**

|  |
| --- |
| **4.1. Ответственная организация-разработчик** |
| Фонд инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО), город Москва |
| Генеральный директор Свинаренко Андрей Геннадьевич |
| **4.2. Наименования организаций-разработчиков** |
|  | АО «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», город Москва, город Зеленоград |
|  | НП «Межотраслевое объединение наноиндустрии», город Москва |
|  | ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», город Воронеж |
|  | ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», город Москва |

1. Общероссийский классификатор занятий. [↑](#endnote-ref-1)
2. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности. [↑](#endnote-ref-2)
3. Приказ Минздравсоцразвития России от 12 апреля 2011 г. N 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядок проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» (зарегистрирован Минюстом России21 октября 2011 г., регистрационный N 22111), с изменениями, внесенными приказами Минздрава России от 15 мая 2013 г. № 296н (зарегистрирован Минюстом России 3 июля 2013 г., регистрационный № 28970) и от 5 декабря 2014 г. № 801н (зарегистрирован Минюстом России 3 февраля 2015 г., регистрационный № 35848), приказом Минтруда России, Минздрава России от 6 февраля 2018 г. № 62н/49н (зарегистрирован Минюстом России 2 марта 2018 г., регистрационный № 50237). [↑](#endnote-ref-3)
4. Постановление Минтруда России, Минобразования России от 13 января 2003 г. № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» (зарегистрировано Минюстом России 12 февраля 2003 г., регистрационный № 4209), с изменениями, внесенными приказом Минтруда России, Минобрнауки России от 30 ноября 2016 г. № 697н/1490 (зарегистрирован Минюстом России 16 декабря 2016 г., регистрационный № 44767). [↑](#endnote-ref-4)
5. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих [↑](#endnote-ref-5)
6. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-94. [↑](#endnote-ref-6)
7. Общероссийский классификатор специальностей по образованию. [↑](#endnote-ref-7)