

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



А.Г. Балашов
2024

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Проектирование и верификация СФ-блоков»

Москва – 2024

1. Цель реализации программы

Цель программы – повышение профессионального уровня специалистов в области интегральной электроники, не являющихся специалистами в области проектирования и верификации сложнофункциональных блоков. Программа направлена на получение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для разработки цифровых СФ-блоков, а также функциональных тестов для моделей СФ-блоков на языках описания и верификации аппаратуры.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

Вид экономической деятельности: Деятельность в области информации и связи

Укрупненная группа специальностей: 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи

Квалификация: новая квалификация не приобретается.

3. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – способность разрабатывать цифровые СФ-блоки и функциональные тесты для моделей СФ-блоков на языках описания и верификации аппаратуры.

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать: маршрут разработки и верификации системы-на-кристалле (СнК), состав и архитектуру СнК, методы и средства верификации СнК и СФ-блоков.

уметь: разрабатывать тесты с использованием современных языков САПР и методик верификации.

иметь практический опыт: разработки RTL описания цифровой схемы, разработки и отладки функциональных тестов и RTL описания цифровой схемы.

4. Содержание программы

**Учебный план
программы «Проектирование и верификация СФ-блоков»**

Категория слушателей – инженеры, профильные специалисты, имеющие высшее образование, студенты бакалавриата и магистратуры, обучающиеся по соответствующему профилю

Срок обучения – 72 часа

Форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час	В том числе			Образова- тельные техноло- гии, в т.ч. ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Само- стоя- тельная работа	
			Лекции	Практичес- кие и лабора- торные занятия		
1	Введение в системы на кристалле	18	–	4	14	ЭО
2	Разработка и интеграция СФ-блоков	18	–	4	14	ЭО
3	Функциональная верификация СнК и СФ-блоков	18	–	4	14	ЭО
4	Создание тестов и тестовых окружений	18	–	4	14	ЭО
	Всего	72	16	16	40	
Итоговая аттестация		Зачет				

**Учебно-тематический план
программы «Проектирование и верификация СФ-блоков»**

№ п/п	Наименование тем разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии и, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1.	Введение в системы на кристалле	18	—	4	14	ЭО
1.1	Введение в системы на кристалле	8	—	—	8	ЭО
1.2	Поиск ошибок в готовом СФ-блоке с использованием подготовленного набора тестов	10	—	4	6	ЭО
2	Разработка и интеграция СФ-блоков	18	—	4	14	ЭО
2.1	СФ-блоки и их роль в маршруте проектирования СнК	8	—	—	8	ЭО
2.2	Разработка СФ блока с заданной функцией и заданным интерфейсом	10	—	4	6	ЭО
3	Функциональная верификация СнК и СФ-блоков	18	—	4	14	ЭО
3.1	Особенности функциональной верификации современных СнК и СФ-блоков	8	—	—	8	ЭО
3.2	Разработка тестового окружения для СФ блока	10	—	4	6	ЭО
4	Создание тестов и тестовых окружений	18	—	4	14	ЭО

№ п/п	Наименование тем разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образова- тельные технологи и, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самост оитель ная работа	
			Лекции	Практиче ские и лаборато рные занятия		
4.1	Объектно-ориентированный подход к созданию тестов и тестовых окружений для блоков и систем	8	—	—	8	ЭО
4.2	Создание тестов в соответствии с тестовым планом и с приемлемым уровнем покрытия тестами свойств и кода СФ-блока	10	—	4	6	ЭО
	Всего	72	16	16	36	—
Итоговая аттестация		Зачет				

Календарный учебный график

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы и прилагается к программе.

Учебная программа повышения квалификации «Проектирование и верификация СФ-блоков»

Раздел 1. Введение в системы на кристалле (18 часов)

Перечень лабораторных занятий

Номер темы	Наименование занятия	Кол-во часов
1.2	Поиск ошибок в готовом СФ-блоке с использованием подготовленного набора тестов	4

Лекции и практические занятия не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
1.1	Самостоятельное освоение теоретического материала. Видеолекция на тему «Введение в системы на кристалле»	4
1.2	Выполнения задания по разделу 1 и подготовка отчёта. Задание: провести поиск ошибок в готовом СФ-блоке с использованием подготовленного набора тестов. Этапы выполнения: - локализация ошибок в RTL, фиксация ошибок в отчёте; - исправление ошибок в RTL проверка корректности прохождения тестов; - анализ достигнутого покрытия.	10

Раздел 2. Разработка и интеграция СФ-блоков (18 часов)

Перечень лабораторных занятий

Номер темы	Наименование занятия	Кол-во часов
2.2	Разработка СФ блока с заданной функцией и заданным интерфейсом	4

Лекции и практические занятия не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
2.1	Самостоятельное освоение теоретического материала. Видеолекция на тему «СФ-блоки и их роль в маршруте проектирования СнК»	4
2.2	Выполнения задания по разделу 2 и подготовка отчёта. Задание: разработать СФ блок с заданной функцией и заданным интерфейсом. Этапы выполнения: - анализ логики работы внутрикристальных и периферийных интерфейсов согласно заданию; - разработка структурной схемы и машин состояний для логики управления интерфейсами; - Разработка RTL СФ-блока, проверка кода на компилируемость и статическим анализатором.	10

Раздел 3. Функциональная верификация СнК и СФ-блоков (18 часов)

Перечень лабораторных занятий

Номер темы	Наименование занятия	Кол-во часов
3.2	Разработка тестового окружения для СФ блока	4

Лекции и практические занятия не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
3.1	Самостоятельное освоение теоретического материала. Видеолекция на тему «Особенности функциональной верификации современных СнК и СФ-блоков»	4
3.2	Выполнения задания по разделу 3 и подготовка отчёта. Задание: разработать тестовое окружение для СФ блока. Этапы выполнения: - разработка плана верификации СФ-блока; - разработка кода верхнего уровня окружения (подключение разработанного СФ-блока и заготовленных VIP); - доработка и отладка скриптов компиляции и запуска окружения; - отладка окружения на примере теста доступа к регистрам устройства.	10

Раздел 4. Создание тестов и тестовых окружений (18 часов).

Перечень лабораторных занятий

Номер темы	Наименование занятия	Кол-во часов
4.2	Создание тестов в соответствии с тестовым планом и с приемлемым уровнем покрытия тестами свойств и кода СФ-блока, подготовка верификационного отчета	4

Лекции и практические занятия не предусмотрены.

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
4.1	Самостоятельное освоение теоретического материала. Видеолекция на тему «Объектно-ориентированный подход к созданию тестов и тестовых окружений для блоков и систем. Основы SystemVerilog и UVM.»	4

4.2	Выполнения задания по разделу 4 и подготовка отчёта. Задание: тестовое окружение для СФ блока. Этапы выполнения: - разработка плана верификации СФ-блока; - разработка кода верхнего уровня окружения (подключение разработанного СФ-блока и заготовленных VIP); - доработка и отладка скриптов компиляции и запуска окружения; - отладка окружения на примере теста доступа к регистрам устройства.	10
-----	--	----

6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 28.03.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 28.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. www.scopus.com/ (дата обращения: 28.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. Справочная документация на ПО Cadence.
5. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием / Минсон Чень, [et al.]; Пер. с англ. Е.Б. Махияновой, под ред. А.Н. Ланцева. - М. : Техносфера, 2014. - 296 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Персональное рабочее место слушателя	Практические занятия, самостоятельная работа	Компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и доступом в систему ОРИОКС. Доступ к ПО Cadence.

8. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация проводится в форме зачета. Слушатель считается аттестованным и получает зачет по программе, если правильно выполнены все задания на лабораторную/самостоятельную работу, и успешно пройдено итоговое

тестирование. Тестирование считается пройденным успешно, если даны верные ответы не менее чем на 60% вопросов теста.

8. Составители программы

К.т.н., ст. преп. Института ИнЭл

К.т.н., доцент Института ИнЭл



Ф.М. Путря

Е.А. Артамонова

Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю. Соколова