

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«14» _____ 2021г.



ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Анализ целостности сигналов, перекрестных помех и электромагнитной
совместимости средствами HyperLynx VX»

Программа повышения квалификации разработана в Центре НТИ «Сенсорика»

Москва
2021г.

1. Цель реализации программы

Целью реализации программы является получение новой компетенции "способность проводить анализ целостности сигналов, питания и электромагнитной совместимости систем на печатных платах средствами HyperLynx SI/PI/Thermal VX компании Mentor Graphics для сокращения времени выхода изделий на рынок».

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: *Разработка электронных средств.*

Вид экономической деятельности: *деятельность в области информации и связи*

Укрупненная группа специальностей: указывается *11.00.00 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ*

Квалификация: *нет*

. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – способность проводить анализ целостности сигналов, питания и электромагнитной совместимости систем на печатных платах средствами HyperLynx SI/PI/Thermal VX компании Mentor Graphics для сокращения времени выхода изделий на рынок.

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенции:

слушатель должен знать:

- структуру и программы сквозного маршрута проектирования PADS Professional;
- методы обеспечения целостности сигналов и электромагнитной совместимости в системах на печатных платах;
- средства моделирования маршрута PADS Professional (комплекс HyperLynx) для анализа целостности сигналов, перекрестных помех и электромагнитной совместимости.

слушатель должен уметь

- проводить предтопологический анализ систем на печатных платах в редакторе LineSim;
- проводить посттопологический анализ систем на печатных платах в редакторе BoardSim;
- анализировать результаты моделирования и проводить оптимизацию проектов систем на печатных платах.

3. Содержание программы

Учебный план

программы повышения квалификации
«Анализ целостности сигналов, перекрестных помех и электромагнитной совместимости средствами HyperLynx VX»

Категория слушателей – сотрудники предприятий, профессиональной деятельностью которых является проектирование электронных средств (инженер-электроник систем на печатных платах, инженер-конструктор систем на печатных платах, ведущий инженер).

Срок обучения – 72 ак. часа.

Форма обучения – очная/очно-заочная и заочная с применением дистанционных технологий и электронного модуля.

№ п/п	Наименование модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1	Введение в понятие целостности сигналов. Интерфейс пользователя LineSim.	8	-	4	4	ЭО
2	Моделирование и Измерения	8	-	4	4	ЭО
3	Исследование 4-х Т	10	-	4	6	ЭО
4	Модели Буферов	8	-	4	4	ЭО
5	Интерфейс Пользователя BoardSim	8	-	4	4	ЭО
6	Пост-топологическое Моделирование, Оценка и Верификация	10	-	4	6	ЭО
7	Дифференциальные пары в HyperLynx	8	-	4	4	ЭО
8	Многоплатный Анализ	8	-	4	4	ЭО
9	Выполнение индивидуального проекта	4	-	-	4	ЭО
Итоговая аттестация		Защита проекта				
Всего:		72	-	32	40	

Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
«Анализ целостности сигналов, перекрестных помех и электромагнитной
совместимости средствами HyperLynx VX»

№ п/п	Наименование тем разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1	Введение в понятие целостности сигналов. Интерфейс пользователя LineSim.	8	-	4	4	ЭО
1.1	Пассивные радиоэлементы: электрическая емкость, электрическая индуктивность	2	-	-	2	-
1.2	Колебательный контур и резонанс, физические процессы в колебательном контуре с сосредоточенными параметрами и в объемном резонаторе.	2	-	-	2	-
1.3	Интерфейс пользователя LineSim. Размещение и соединение символов в Free Form Schematic. Редактирование Стека. Назначение Моделей. Определение связанных передающих линий	4	-	4	-	-
2	Моделирование и Измерения	8	-	4	4	ЭО
2.1	Электрическое и магнитное поле. Индуктивная и емкостная наводки. Ток смещения в конденсаторе. Влияние помех на линии передачи. Магнитный и электрический экраны.	4	-	-	4	-
2.2	Измерения отражений. Моделирование и измерение выбросов, времени полета, наводки.	4	-	4	-	-
3	Исследование 4-х Т	10	-	4	6	ЭО
3.1	Физика распространения сигнала в линии передачи. Передача сигнала с помощью дифференциальной пары, Линия передачи	3			3	-
3.2	Правило 4Т. Технология. Топология. Согласование. Параметры передающих линий. Сравнение решений.	3			3	-
3.3	Исследование технологии. Разные схемы согласования. Анализ с разными	4		4	-	

	параметрами трасс. Исследование топологии. Анализ изменения параметров					
4	Модели Буферов	8	-	-	4	ЭО
4.1	Моделирование в процессе проектирования цифровых устройств. Особенности физической реализации цифровых устройств. Характеристики интегральных микросхем. Общие сведения о спецификации IBIS. Развитие IBIS-формата представления данных о характеристиках ИМС. Синтаксические правила составления IBIS-файлов, структура, основные модели.	4	-	-	4	-
4.2	Работа с моделями и IBIS	4	-	4	-	-
5	Интерфейс Пользователя BoardSim	8	-	4	4	ЭО
5.1	Интерфейс Пользователя BoardSim. Создание отчетов. Редактор SPICE Writer. Редактирование стека. Назначение моделей. Пакетный анализ. Запуск моделирования.	4	-	-	4	-
5.2	Опции Отображения BoardSim. Выбор и Выделение Цепей. Назначение Моделей Используя Файлы .REF и .QPL	4	-	4	-	-
6	Пост-топологическое моделирование, оценка и верификация	10	-	4	6	ЭО
6.1	Быстрый Анализ (Quick Analysis) BoardSim в цикле проектирования. Отображение проблем целостности сигналов. Опции отчета быстрого анализа.	3	-	-	3	-
6.2	Обратная аннотация. Нахождение возможных решений. Быстрый анализ. Сравнение решений	3	-	-	3	-
6.3	Запуск Quick Analysis в BoardSim. Запуск детального анализа в BoardSim. Запуск Детального Анализа наводок в BoardSim. Использование Terminator Wizard для решения проблем целостности сигналов в BoardSim. Экспорт в LineSim для решения проблем целостности сигналов.	4	-	4	-	-
7	Дифференциальные пары в HyperLynx	8	-	4	4	ЭО
7.1	Ограничения в области передачи сигналов по одной цепи. Обзор дифференциальной передачи сигналов. Ограничения в области дифференциальной передачи сигналов. Области дифференциальной связи,	4	-	-	4	-

	Zdiff, дифференциальная терминция. Симуляция в Hyperlynx					
7.2	Дифференциальные пары в BoardSim. Дифференциальные пары в LineSim.	4	-	4	-	-
8	Многоплатный анализ	8	-	4	4	ЭО
8.1	Многоплатный анализ Boardsim. Создание многоплатной системы. Открытие и редактирование файлов Multiboard. General SI Batch Simulation. Отображение цепей связанных наводкой. Запуск интерактивных моделирований scope/sim. Мастеры terminator wizard и quick terminators	4	-	-	4	-
8.2	Запуск проекта MultiBoard. Трассировка в MultiBoard.	4	-	4	-	-
9	Итоговое проектное задание	-	-	-	4	ЭО
Защита проекта						
		72	-	32	40	-

Учебная программа

повышения квалификации

«Анализ целостности сигналов, перекрестных помех и электромагнитной
совместимости средствами HyperLynx VX»

Раздел 1. Введение в понятие целостности сигналов. Интерфейс пользователя LineSim (8 часов).

Тема 1.1. Пассивные радиоэлементы: электрическая емкость, электрическая
индуктивность.

Тема 1.2. Колебательный контур и резонанс, физические процессы в колебательном
контуре с сосредоточенными параметрами и в объемном резонаторе.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1.3	Интерфейс пользователя LineSim. Размещение и соединение символов в Free Form Schematic. Редактирование Стека. Назначение Моделей. Определение связанных передающих линий	4

Раздел 2. Моделирование и Измерения (8 часов).

Тема 2.1. Электрическое и магнитное поле. Индуктивная и емкостная наводки. Ток
смещения в конденсаторе. Влияние помех на линии передачи. Магнитный и
электрический экраны.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
2.2	Измерения отражений. Моделирование и измерение выбросов, времени полета, наводки	4

Раздел 3. Исследование 4-х Т (10 часов).

Тема 3.1. Физика распространения сигнала в линии передачи. Передача сигнала с помощью дифференциальной пары, Линия передачи.

Тема 3.2. Правило 4Т. Технология. Топология. Согласование. Параметры передающих линий. Сравнение решений.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
3.3	Исследование технологии. Разные схемы согласования. Анализ с разными параметрами трасс. Исследование топологии. Анализ изменения параметров	4

Раздел 4. Модели Буферов (8 часов).

Тема 4.1. Моделирование в процессе проектирования цифровых устройств. Особенности физической реализации цифровых устройств. Характеристики интегральных микросхем. Общие сведения о спецификации IBIS. Развитие IBIS-формата представления данных о характеристиках ИМС. Синтаксические правила составления IBIS-файлов, структура, основные модели.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
4.2	Работа с моделями и IBIS	4

Раздел 5. Интерфейс Пользователя BoardSim (8 часов).

Тема 5.1. Интерфейс Пользователя BoardSim. Создание отчетов. Редактор SPICE Writer. Редактирование стека. Назначение моделей. Пакетный анализ. Запуск моделирования.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
5.2	Опции Отображения BoardSim. Выбор и Выделение Цепей. Назначение Моделей Используя Файлы .REF и .QPL	4

Раздел 6. Пост-топологическое моделирование, оценка и верификация (10 часов).

Тема 6.1. Быстрый Анализ (Quick Analysis) BoardSim в цикле проектирования. Отображение проблем целостности сигналов. Опции отчета быстрого анализа.

Тема 6.2. Обратная аннотация. Нахождение возможных решений. Быстрый анализ. Сравнение решений

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
6.3	Запуск Quick Analysis в BoardSim. Запуск детального анализа в BoardSim. Запуск Детального Анализа наводок в BoardSim. Использование Terminator Wizard для решения проблем целостности сигналов в BoardSim. Экспорт в LineSim для решения проблем целостности сигналов.	4

Раздел 7. Дифференциальные пары в HyperLynx (8 часов).

Тема 7.1. Ограничения в области передачи сигналов по одной цепи. Обзор дифференциальной передачи сигналов. Ограничения в области дифференциальной передачи сигналов. Области дифференциальной связи, Zdiff, дифференциальная терминация. Симуляция в Hyperlynx

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
7.2	Дифференциальные пары в BoardSim. Дифференциальные пары в LineSim.	4

Раздел 8. Многоплатный анализ (8 часов).

Тема 8.1. Многоплатный анализ Boardsim. Создание многоплатной системы. Открытие и редактирование файлов Multiboard. General SI Batch Simulation. Отображение цепей связанных разводкой. Запуск интерактивных моделирований scope/sim. Мастеры terminator wizard и quick terminators.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
8.2	Запуск проекта MultiBoard. Трассировка в MultiBoard.	4

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс	Интерактивные лекции	1. Аппаратное обеспечение: - компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска. 2. Программное обеспечение: - ОС Windows 7, 64; - Adobe Reader; - Microsoft Office; - Маршрут PADS Professional VX (Library Tools, PADS Designer, PADS Layout), HyperLynx SI/PI/Thermal VX
Компьютерный класс	Лабораторные работы	1. Аппаратное обеспечение: - компьютеры. 2. Программное обеспечение: - ОС Windows 7, 64; - Adobe Reader; - Microsoft Office; - Маршрут PADS Professional VX (Library Tools, PADS Designer, PADS Layout), HyperLynx SI/PI/Thermal VX
	Электронные модули	1. Аппаратное обеспечение: - компьютеры. 2. Программное обеспечение: - ОС Windows 7, 64; - Adobe Reader; - Microsoft Office; - Маршрут PADS Professional VX (Library Tools, PADS Designer, PADS

		Layout), HyperLynx SI/PI/Thermal VX - TeamViewer (для дистанционной работы)
--	--	--

Лабораторные работы, а также консультации при электронной форме обучения проводятся в дистанционной форме:

1. Задания слушатели выполняют на компьютерах своей организации в соответствии с учебной программой.
2. Приемо-сдаточные мероприятия и консультации осуществляется посредством пакета программного обеспечения (ПО) TeamViewer. При удаленном подключении проводится проверка выполненных работ на соответствие указанным требованиям в заданиях, а также опрос, на предмет освоения курса.

5. Учебно-методическое обеспечение программы

Литература:

1. Вертянов Д.В. Комплексное проектирование микросистем на печатных платах в САПР Mentor Graphics [Текст]: Учеб. пособие. Ч. 1: Центральная библиотека Library Manager / Д.В. Вертянов, В.Г. Сикоев, Е.П. Горюнова, С.П. Тимошенко; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. С.П. Тимошенко. - М.: МИЭТ, 2019. - 172 с.
2. Проектирование систем на печатных платах на САПР Mentor Graphics: Топологическое проектирование систем на печатных платах средствами Expedition PCB (Mentor Graphics) / В.Г. Сикоев, М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ (ТУ); Под ред. С.П. Тимошенко. - М.: МИЭТ, 2008. - 164 с.
3. Печатные платы: Справочник: В 2-х кн. Кн. 1 / Под ред. К.Ф. Кумбза; Пер. с англ. А.М. Медведева. - М.: Техносфера, 2011. - 1016 с. - (Мир электроники). - ISBN 978-5-94836-258-8.
4. Уваров, А.С. Проектирование печатных плат. 8 лучших программ. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 288 с.

Периодические издания:

1. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ [Электронный ресурс] / Медиагруппа FineStreet, Издательство "Медиа КиТ". - СПб.: Медиа КиТ, 2005 -. На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU доступ к полному тексту статей для зарегистрированных пользователей МИЭТ (2011-20.... гг.). - На сайте <http://www.tech-e.ru/> представлены полные тексты статей журнала 2005-2015 гг.

6. Оценка качества освоения программы

Работа проводится по следующей схеме:

- каждое занятие начинается с ознакомления с теоретическими основами темы занятия. Слушатель открывает изучаемый в настоящий момент модуль занятия и знакомится с теоретической частью. В этом ему помогает преподаватель: очно, объясняя излагаемые в материале элементы, или дистанционно путем ответа на вопросы по Skype, в системе ОРИОКС или по электронной почте;

- завершив усвоение теоретического материала слушатель переходит к тестированию по данной тематике. Тестирование включает в себя от 10 до 20 вопросов, которыми проверяется степень усвоения материала. В случае удачного прохождения тестирования (дан положительный ответ на 80% вопросов и более) слушатель переходит к следующей части занятия – выполнению лабораторной работы. В противном случае он должен заново ознакомиться с материалом и выполнить тест повторно;

- лабораторная работа включает в себя выполнение задания, представленного в Модулях дисциплины. Слушатель должен самостоятельно выполнить поставленное задание и сформировать по нему отчет о проделанной работе. К каждому модулю прилагается файл-шаблон, где создана заготовка для отчета с вопросами, на которые необходимо ответить и элементами, которые необходимо внести. По завершении выполнения задания слушатель отправляет отчет преподавателю через элемент «задание» в ОРИОКС или по электронной почте. Преподаватель проверяет задание, задает проверочные вопросы и выносит оценку за выполнение Модуля.

Максимальный балл (7) ставится при наличии у слушателя безошибочных ответов на все заданные вопросы при защите лабораторной.

Средний балл (5) ставится при наличии у слушателя содержащих неточности ответов на заданные вопросы при защите лабораторной.

Минимальный балл (3) ставится при наличии у слушателя содержащих неточности ответов на большинство заданных вопросов.

Итоговое проектное задание включает в себя моделирование и анализ устройства, детальный анализ и коррекцию целостности сигналов в выбранных цепях. Слушатель должен выполнить задание и защитить результат преподавателю.

Максимальный балл (44) ставится при наличии у слушателя отчета с результатом анализа сигналов, решением проблем целостности сигналов для всех указанных цепей и демонстрацией правильности внесенных изменений.

Средний балл (30) ставится при наличии у слушателя отчета с результатом анализа сигналов, решением проблем целостности сигналов для большинства указанных цепей и демонстрацией правильности внесенных изменений.

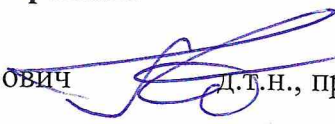
Минимальный балл (20) ставится при наличии у слушателя отчета с результатом анализа сигналов, решением проблем целостности сигналов хотя бы

одной из указанных цепей и демонстрацией правильности внесенных изменений.

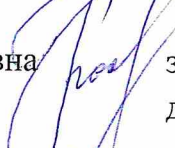
Для взаимодействия слушателей с преподавателем используются сервисы обратной связи: SKYPE, ресурсы ОРИОКС «Задание», электронная почта преподавателя.

Слушатель считается аттестованным, если выполнил и защитил все лабораторные работы, имеет удовлетворительные оценки или выше по результатам опроса и представил и защитил итоговое проектное задание.

7. Составители программы

Тимошенков Сергей Петрович  д.т.н., проф., директор Института НМСТ

Вертянов Денис Васильевич  к.т.н., ст. преподаватель, руководитель
УНЦ «MG-МИЭТ» Института НМСТ

Косолапова Галина Викторовна  зам. директора по образовательной
деятельности Института НМСТ

Евстафьев Сергей Сергеевич  к.т.н., доцент Института НМСТ

Согласовано: Директор ДРОП  Н.Ю. Соколова