



АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ
«АЛМАЗ – АНТЕЙ» им. академика В.П.ЕФРЕМОВА

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директор АНО ДПО
«НОЦ ВКО «Алмаз – Антей» по
научной и учебной работе
С.Е. Ерошин
августа 2017 г.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«МЕТОДОЛОГИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ ЭФФЕКТИВНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ СО СКОРОСТНЫМИ
ПРИЛОЖЕНИЯМИ В САПР ALTIUM DESIGNER»
(наименование программы)

Цель: повышение профессионального уровня обучаемых в рамках имеющейся квалификации, получение опыта практического проектирования скоростных приложений на печатной плате (DDR3/4, USB3, PCI Express, Gigabit Ethernet).

Категория слушателей: разработчики и конструкторы, прошедшие начальное обучение по программе «Работа с пакетом САПР Altium Designer» (базовый уровень).

Срок обучения: 24 академических часа (3 дня) под руководством преподавателя с включением практических занятий и выполнением итоговой работы.

Форма обучения: очная.

Режим занятий: 8 аудиторных часов в день.

Номер темы	Наименование тем учебных занятий	Всего часов учебных занятий по расписанию	В том числе учебных занятий с преподавателем	Из них по видам учебных занятий		Форма контроля
				Лекции	Практические занятия	
1.	Методология проектирования Основные понятия и определения. Методология проектирования скоростных приложений на многослойных печатных платах (МПП)	1	1	1	–	
2.	Определение технологических параметров и основных правил Особенности проектирования плат для производства. Выбор технологических параметров платы. Задание правил проектирования. Режимы контроля правил. Размещение компонентов	2	2	1	1	
3.	Расчет структуры линий передач и стека ПП с учетом контроля импеданса Примеры линий передач. Дифференциальные линии. Параметры, которые необходимо учитывать при расчете волнового сопротивления. Выбор материалов и покрытий. Расчет волнового сопротивления. Формирование структуры МПП. Примеры структур МПП.	3	3	2	1	
4.	Параметры переходных отверстий и создание фэнаутов Правила для фэнаутов. Правила и примеры использования глухих и слепых отверстий. Пример использования технологий обратного высверливания. Инструменты создания фэнаутов. Изменение параметров линий передач в области повышенной плотности (под BGA-корпусами)	2	2	1	1	
5.	Техника трассировки «Земля» и питание. Сигналы. Дифференциальные пары. Фильтрация и заземление	2	2	2	–	
6.	Размещения и предварительная компоновка плат с DDR-памятью Структура сигналов и групп (классы цепей, дифференциальные пары, XSignals). Варианты топологий T-branch и Fly-By. Общие требования и ограничения к DDR3/4. Оптимизация связей (взаимозаменяемость выводов, ячеек, дифф. пар). Планирование размещения компонентов и сигналов по слоям. Задание правил трассировки DDR3/4	2	2	1	1	
7.	Трассировка высокоскоростных интерфейсов Установка правил для высокоскоростных сигналов и шин. Инструменты трассировки. Применение инструментов ActiveRoute, Gloss для ускорения трассировки и оптимизации проводников. Примеры (DDR4, USB3, PCI Express, Gigabit Ethernet)	5	5	1	4	

Номер темы	Наименование тем учебных занятий	Всего часов учебных занятий по расписанию	В том числе учебных занятий с преподавателем	Из них по видам учебных занятий		Форма контроля
				Лекции	Практические занятия	
8.	Согласование длины проводников Общие сведения о тайминге в линиях передач. Маршрут согласования длин трасс. Инструменты согласования длин. Примеры (DDR4, USB3, PCI Express, Gigabit Ethernet)	2	2	1	1	
9.	Формирование распределенной системы питания и заземления Расчет параметров силовых цепей (ширина проводников, полигонов, параметры переходных отверстий)	3	3	1	2	
10.	Контроль правил проектирования DRC и DFM Инструменты контроля правил. Вывод отчета. Устранение ошибок при нарушении правил	1	1	–	1	
Итоговая аттестация (выполнение итоговой работы ¹)		1	1	-	1	Зачет
Всего по программе:		24	24	11	13	Зачет

Председатель учебно-методической комиссии,
начальник отдела реализации
образовательных программ



Ю.А. Злобин

¹ Итоговая работа является совокупностью практических работ, выполненных в процессе изучения учебного материала.