

## Основы проектирования помехозащищенной и помехоустойчивой аппаратуры

**Цель:** настоящая программа направлена на приобретение базовых знаний для разработчиков технических средств в части обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС).

Программа охватывает следующие профессиональные задачи:

- проектная деятельность;
- выбор оптимальных с позиций обеспечения ЭМС конструкторских и схемотехнических решений;
- разработка конструкторско-технологической документации на проектируемые изделия с учетом требований по ЭМС;
- выбор и обоснование технических решений по обеспечению ЭМС на различных этапах разработки и изготовления изделий.

**Категории слушателей:** инженерно-технические работники с профильным высшим профессиональным образованием, занимающиеся конструкторским и схемотехническим проектированием, а также разработки технологии производства радиоэлектронной, электронно- вычислительной аппаратуры, систем автоматики и управления, других электронных устройств различного назначения; руководители среднего звена проектных организаций, включая относящиеся к оборонно-промышленному комплексу Российской Федерации.

**Срок обучения:** 24 академических часа с включением практических занятий и выполнения итоговой работы.

**Форма обучения:** очная с отрывом от производства.

**Режим занятий:** 8 часов ежедневно.

**Преподаватель:** Кухарук В.С.

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	По видам обучения	
			лекции	практические занятия
1	<b>Тема 1. Введение в проблему ЭМС.</b>	4	4	–
1.1	Основные понятия электромагнитной совместимости (ЭМС); ЭМС как фактор конкурентоспособности продукции.			
1.2	Техническое регулирование, стандартизация и сертификация электронных средств в области ЭМС; процедура выхода продукции на рынок, международные и национальные стандарты в области ЭМС.			
1.3	Источники помех техногенного и естественного происхождения, основные параметры, влияние на функционирование электронных средств. Элементы конструкции электронной аппаратуры как случайные антенны, неидеальное поведение компонентов электронных схем.			
1.4	Особенности ЭМС цифровой быстродействующей аппаратуры, понятие целостности сигнала и основные методы его обеспечения.			
1.5	Обзор базовых методов и средств обеспечения ЭМС на схемотехническом и конструкторском уровне.			

2	<b>Тема 2. Основные схемотехнические методы обеспечения ЭМС.</b>	2	2	–
2.1	Фильтры для подавления помех, синфазный и дифференциальный режим работы, разновидности фильтров для подавления дифференциальных помех. Требования к монтажу фильтров.			
2.2	Ограничители перенапряжения, основные типы и особенности применения. Требования к монтажу ограничителей.			
3	<b>Тема 3. Обеспечение ЭМС в межсоединениях.</b>	6	6	-
3.1	Монтажные соединения в конструкциях электронных средств: кабели, печатные платы, экранированные провода.			
3.2	Модели линий передачи в монтажных соединениях, причины возникновения помех в них.			
3.3	Возникновение помех в несогласованных линиях передачи, методы согласования линий передачи. Монтаж согласующих резисторов.			
3.4	Требования к монтажу кабельных изделий, симметричные, коаксиальные и плоские кабели, их параметры, заземление экранов кабелей.			
3.5	Конструирование линий передачи на печатных платах, многослойные платы, управление электрофизическими параметрами линиями передачи на печатных платах.			
3.6	Помехи в шинах питания, методы и средства снижения уровня помех. Развязывающие конденсаторы: выбор, правила размещения и монтажа на платах.			
3.7	Выбор структуры многослойных печатных плат, отвечающей требованиям целостности сигналов и ЭМС.			
3.8	Рекомендации по расчету базовых электрофизических параметров линий передачи в печатных платах.			
4	<b>Тема 4. Экранирование аппаратуры как средство обеспечения ЭМС.</b>	4	4	-
4.1	Основные понятия, размерности в задачах экранирования, показатели эффективности экранирования.			
4.2	Выбор типов экранов в зависимости от структуры электромагнитного поля, понятие ближней и дальней зоны, особенности экранирования электрического, магнитного и электромагнитного поля.			
4.3	Материалы для экранов, металлы и сплавы, основные параметры, влияющие на эффективность экранирования, методы повышения проводимости материалов. Специальные экранирующие материалы: ткани, краски, обои; их параметры и свойства; рекомендации по выбору экранирующих			

	материалов. Проводящие прокладки: механизм работы и рекомендации по выбору. Коррозия и ее влияние на эффективность экранирования, средства предотвращения коррозии.			
4.4	Магнитостатическое экранирование: требования к материалам и конструкции экранов. Электростатическое и электромагнитное экранирование: требования к материалам и конструкции экранов.			
4.5	Неоднородные экраны, методы повышения целостности экранирования.			
4.6	Пример расчета эффективности экранирования сплошных и неоднородных экранов.			
4.7	Рекомендации по конструированию эффективных экранов; шкафы и стойки как экраны электронных средств, рекомендации по выбору типовых конструкций с повышенной электромагнитной защитой.			
4.8	Разбор примеров практических технических решений по повышению помехозащищенности узлов электронной аппаратуры.			
	<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	