Полное расписание курса «Электромагнитная совместимость каналов передачи электрических сигналов»

Часть 1.

Время	Тема	Длительность, ак. Часов.
День 1 **9.00-9.20**	**Регистрация. Приветственный кофе.**	
09.20-10.50	1. Обзор мероприятий по обеспечению электромагнитной совместимости каналов передачи сигналов 1.1. Снижение эмиссии помех: ограничение спектра сигналов, схемотехнические приемы.	2
10.50-11.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.20-12.50	1.2. Снижение эффективности передачи помех: разнесение, симметрирование линий связи, оптоволоконные каналы. 1.3. Повышений стойкости оборудования к помехам: запас по помехозащищенности, цифровые фильтры. 1.4. Практические рекомендации по отладке систем: методы поиска источника помех	1
	2. Правила выполнения экранирования 2.1. Механизмы экранирования помех: электрическое и магнитное поле, ближняя зона и дальняя зона.	1
12.50-13.50	**Обед**	
13.50-15.20	2.2. Экраны с отверстиями, экранирование низкочастотного магнитного поля. 2.3. Кабельные экраны и правила их выбора: плетеные экраны, экраны из фольги, спиральные экраны, многослойные экраны. 2.4. Оценка эффективности кабельных экранов, методы ее повышения.	2
15.20-15.50	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.50-17.20	3. Правила выполнения заземления 3.1. Схемы заземления в электронных системах 3.2. Конструктивное исполнение заземления. 3.3. Схемы заземления кабельных экранов: правила выбора 3.4. Заделка кабельных экранов: технологии, приспособления, достижимые параметры.	2
День 2 **09.00-10.30**	Резонанс и методы снижения влияния 4.1. Антенны-излучатели помех: обнаружение источников, снижение эффективности антенн 4.2. Резонанс на элементах системы заземления и RLC-фильтров. 4.3. Гармонические колебания в цифровых линиях и линиях питания: условия возникновения, оценка параметров снабберов.	2

©SERP Industry 4.0

	4.4. Резонанс на ферритовых фильтрах.	
10.30-11.00	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.00-12.30	4.5. Электрический резонанс на механических конструкциях: резонанс в полости, резонанс на кромках отверстий.	1
	5. Фильтрация кондуктивных помех 5.1. Возможности фильтрации, влияние импеданса линии на эффективность фильтра. 5.2. Правила конструирования RLC-фильтров: оценка параметров C- и LC-фильтров 5.3. Ферритовые фильтры: правила выбора и монтажа, ограничения на применение.	1
12.30-13.30	**Обед**	
13.30-15.00	5.4. Правила выбора элементов дискретных фильтров: конденсаторов, катушек индуктивности, резисторов, трансформаторов и синфазных дросселей. 5.5. Фильтр-контакты: возможности, алгоритм выбора.	2
15.00-15.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.20-17.10	Обеспечение стабильности параметров ЭМС 6.1. Стабильность кабельных экранов: влияющие факторы, приемы повышение стабильности. 6.2. Гальваническая коррозия: снижение скорости развития, подходы к обеспечению электрохимической совместимости. 6.3. Пассивная интермодуляция как индикатор старения: условия возникновения, методы снижения влияния. 6.4. Стабильность параметров керамических конденсаторов.	2
ИТОГО		16

©SERP Industry 4.0

Часть 2.

Время	Тема	Длительность, ак. часов.
День 1 **9.00-9.20**	**Регистрация. Приветственный кофе.**	
09.20-10.50	**1. Проектирование печатных плат.** 1.1. Эффективность затрат на обеспечение ЭМС печатных плат. 1.2. Заземление и питание на печатной плате: схемы и конструктивное исполнение. 1.3. Варианты структур печатной платы и правила формирования стека: однослойные и многослойные.	2
10.50-11.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.20-12.50	1.4. Деление платы на функциональные зоны: функциональные группы сигналов, расположение аналого-цифровых микросхем. 1.5. Правила выполнения развязки по питанию: структура развязки по питанию, номиналы конденсаторов и правила их размещения.	2
12.50-13.50	**Обед**	
13.50-15.20	1.6. Правила раскладки печатных проводников: порядок раскладки проводников различных функциональных групп, типы неоднородностей на пути обратных токов и методы снижения их влияния. 1.7. Экранирование проводников на печатной плате: экранирование поверхностями, печатными проводниками, решетками из переходных отверстий. Соединение экранирующих элементов с системой заземления.	2
15.20-15.50	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.50-17.20	1.8. Печатные проводники высокоскоростных сигналов: микрополосковые и полосковые линии. 1.9. Схемы согласования линий связи: согласование на стороне передатчика, согласование на стороне приемника, согласование с двух концов.	2
День 2 **09.00-10.30**	**2. Обеспечение надежности и функциональной безопасности в отношении электромагнитной совместимости.** 2.1. Актуальность нового подхода к обеспечению ЭМС: перечень «слепых зон», образующихся при использовании традиционного подхода. 2.2. Требования ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012 для высоконадежной техники. 2.3. Процесс обеспечения функциональной безопасности в соответствии с ГОСТ IEC/TS 61000-1-2—2015. 2.4. Подходы к оценке межсистемных и внутрисистемных взаимодействий.	2

©SERP Industry 4.0

10.30-11.00	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.00-12.30	2.5. Разработка «ЭМС-спецификации» как инструмента анализа отказов, вызванных электромагнитными взаимодействиями 2.6. Системный подход при обеспечении ЭМС высоконадежных систем. 2.7. Работы по обеспечению ЭМС системы на этапах формирования технического задания и эскизного проектирования. План управления ЭМС изделия.	2
12.30-13.30	**Обед**	
13.30-15.00	2.8. Работы по обеспечению ЭМС системы на этапах рабочего проектирования, изготовления и испытаний опытного образца. Планирование испытаний на ЭМС. 2.9. Инструменты разработчика на этапе рабочего проектирования: «простые модели», перечни самоконтроля, базы знаний, анализ «уязвимых частот», избыточные и отказоустойчивые структуры.	2
15.00-15.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.20-17.10	2.10. Методы выбора готовых модулей и разработка новых модулей для высоконадежных систем. 2.11. Верификация и валидация готовой системы в отношении ЭМС: планирование и инструменты. 2.12. Поддержание параметров ЭМС системы при производстве, монтаже и в ходе эксплуатации.	2
ИТОГО		16

©SERP Industry 4.0

Часть 3.

Время	Тема	Длительность, ак. часов.
День 1 **09.00-10.50**	1. Обеспечение комплексной защиты радиоаппаратуры от импульсных помех. 2. Классы и основные характеристики импульсных помех 3. Электростатические разряды (ЭСР) 3.1. Природа и виды ЭСР. 3.2. Проникновение ЭСР в систему и взаимодействие с элементами схемы.	2
10.50-11.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.20-12.50	3.3. Общие принципы защиты, повышение надежности в отношении ЭСР 3.4. Снижение вероятности проникновения разряда в аппаратуру 3.5. Корпусное экранирование, защита кабельных линий	2
12.50-13.50	**Перерыв/Кофе-брейк**	
13.50-15.20	3.6. Стандарты серии «Электростатика», моделирование ЭСР, не стандартизированные виды электрических разрядов 3.7. Ступенчатая защита от ЭСР, методы координации ступеней. 3.8. Фильтрация и ограничение амплитуды импульсов ЭСР: элементы и схемы 3.9. Система заземления для импульсных токов ЭСР	2
15.20-15.50	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.50-17.20	4. Особенности применения варисторов для ограничения амплитуды наносекундных импульсных помех	2
День 2 **09.00-10.30**	5. Особенности применения полупроводниковых супрессоров (TVS) для ограничения наносекундных импульсных помех 6. Переходные процессы при коммутации реактивной нагрузки 6.1. Механизмы возникновения, оценка параметров	2
10.30-11.00	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.00-12.30	6.2. Влияние импульсных помех на полупроводниковые приборы и механические контакты 6.3. Выбор материала контактов 6.4. Оценка параметров защитных схем для контактных групп и полупроводниковых коммутаторов. 6.5. Пусковые токи при коммутации емкостной и резистивной нагрузки: оценка параметров и методы противодействия	2

©SERP Industry 4.0

12.30-13.30	**Перерыв/Кофе-брейк**	
13.30-15.00	7. Программные средства обеспечения помехоустойчивости систем 7.1. Повышение надежности микропроцессорных систем в отношении импульсных помех 7.2. Использование сторожевых таймеров и правила формирования сигнала обнуления его счетчика 7.3. Встроенные и внешние сторожевые таймеры: схемы включения и правила формирования интервалов	2
15.00-15.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.20-17.10	7.4. Сторожевые процессоры, сигнатурный анализ корректности работы программ 7.5. Прочие программные инструменты: контрольные токены, блоки пустых команд, выделение областей памяти и др. 7.6. Методика «обработки ошибок», связанных с помехами 7.7. Средства обнаружения ошибок при передаче и хранении данных	2
ИТОГО		16

©SERP Industry 4.0

Часть 4.

Время	Тема	Длитель-ность, ак. часов.
День 1 **09.00-10.50**	**1. Теория высокочастотного корпусного экранирования** 1.1. Общие подходы к разработке электромагнитных экранов. 1.2. Импеданс поля помехи, потери в экране, 1.3. Изоляция помеховых токов с помощью экранирования и фильтрации.	2
10.50-11.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
11.20-12.50	1.4. Оценка прозрачности одиночных отверстий (сверху и снизу). 1.5. Оценка прозрачности массива отверстий, эффективность перфорированных экранов. 1.6. Эффективность предельных волноводов.	2
12.50-13.50	**Обед**	
13.50-15.20	**2. Практика высокочастотного корпусного экранирования:** 2.1. Зонирование корпуса. 2.2. Методы экранирования отверстий под индикаторы и органы управления. 2.3. Технологии снижения импеданса экрана.	2
15.20-15.50	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.50-17.20	2.4. Локальные экраны. 2.5. Методы борьбы с полостным резонансом. 2.6. Технологии изготовления экранирующих корпусов. 2.7. Примеры из практики.	2
День 2 **09.00-10.30**	**3. Экранирование низкочастотного электрического и магнитного полей** 3.1. Экранирование электрического поля проводниками и диэлектриками. 3.2. Частичное и полное экранирование источников электрического поля. 3.3. Отклоняющие и компенсационные магнитные экраны.	2
10.30-11.00	**Перерыв/Кофе-брейк**	

©SERP Industry 4.0

11.00-12.30	3.4. Выбор формы и типа низкочастотного экрана. 3.5. Методы повышения эффективности экрана. 3.6. Перфорированные магнитные экраны. 3.7. Примеры из практики.	2
12.30-13.30	**Обед**	
13.30-15.00	**4. Токопроводящие прокладки для экранирующих корпусов**: 4.1. Правила выбора и применения. 4.2. Требования к корпусным деталям, соединяемым при помощи прокладок.	2
15.00-15.20	**Перерыв/Кофе-брейк**	
15.20-17.10	**5. Пластиковые и композитные экранирующие корпуса:** 5.1. Преимущества и недостатки токопроводящих покрытий. 5.2. Сравнение технологий нанесения токопроводящих покрытий. 5.3. Требования к корпусным деталям при использовании таких покрытий.	2
ИТОГО		16

©SERP Industry 4.0