

**Защита радиоэлектронной аппаратуры
от электромагнитных излучений.
Испытания технических средств
на электромагнитную совместимость.**

**(Отчёт о III всероссийской научно-технической
конференции секции ЭМС, 20 мая 2015 г., г. Москва)**

Александр Ворожцов
ОАО «ЦКБА»

Защита радиоэлектронной аппаратуры от электромагнитных излучений. Испытания технических средств на электромагнитную совместимость.



19 научных докладов,
154 специалиста
из 70 подразделений ведущих
институтов, КБ
и испытательных центров

Компания «ТЕСТПРИБОР»,
при участии Международной
ассоциации участников космической
деятельности (МАКД)
и ассоциация «Электропитание»



Вопросы к обсуждению:

- Защита радиоэлектронной аппаратуры от электромагнитных излучений (ЭМИ).
- Вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учетом требований электромагнитной совместимости.
- Испытания бортового оборудования на электромагнитную совместимость (ЭМС).
- Современные требования нормативно - правовых актов, касаемых испытаний на ЭМС ТС.
- Тестовые системы и оборудование для проведения испытаний на ЭМС.
- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС.

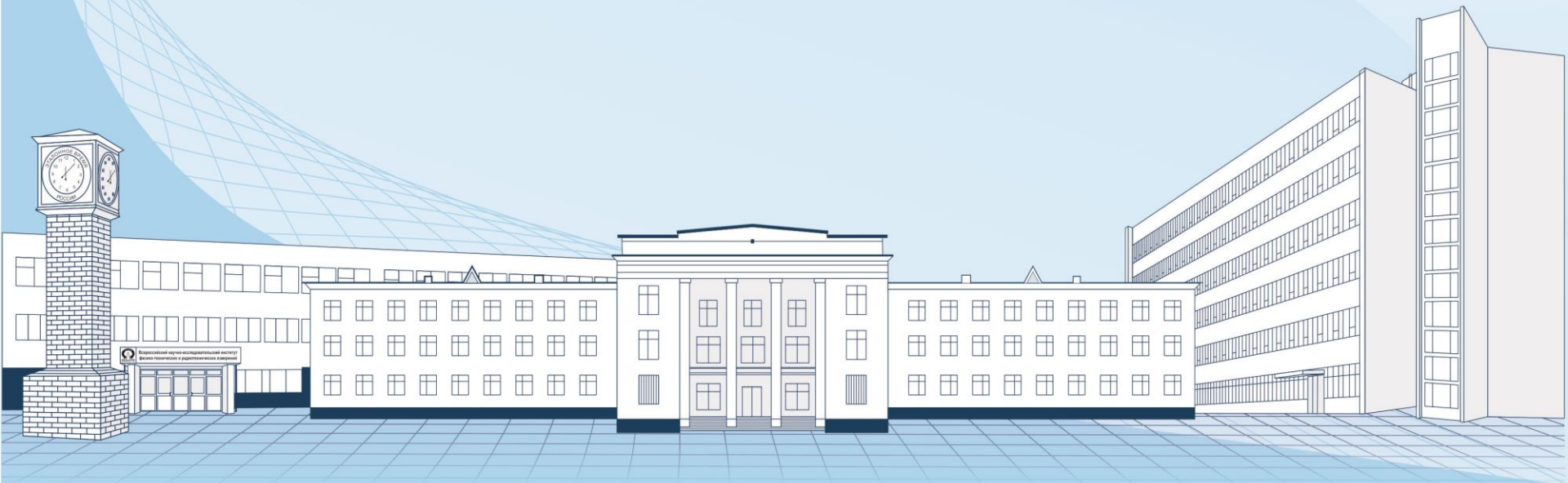
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
Научный
Центр
РФ



ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений»

Хамадулин Э.Ф.

Оценка интенсивности импульсных, случайных видов радиопомех



Классификация промышленных радиопомех и методы их анализа



Оценка интенсивности импульсных, случайных видов радиопомех

- 1. При измерении интенсивности указанных радиопомех неэффективно использование квазипиковых (QP) и средних (AV) параметров напряжения для оценки «мешающего» действия радиопомех.
- 2. Целесообразно применение пикового (P) и среднеквадратического детектора напряжения импульсных радиопомех.
- 3. Для измерения импульсных помех ИРП должен отвечать дополнительным требованиям, чтобы ликвидировать зависимость показаний измерителя помех от частоты следования импульсов.
- 4. ИРП целесообразно калибровать как измеритель спектральной плотности импульсов.

Программно-аппаратные комплексы

ТЕСТПРИБОР

Программно-аппаратные комплексы для проведения испытаний бортового оборудования на восприимчивость к кондуктивным ЭМП и на соответствие требований по электропитанию.

Оптимизация выбора оборудования

ТЕСТПРИБОР

Актуальной задачей является оптимизация выбора оборудования путем создания программно-аппаратных комплексов, способных обеспечить выполнение требований нормативных документов по испытаниям в наиболее большем объеме с учетом их огромного многообразия.

Общих НТД по ЭМС	ГОСТ Р 51317-4-2; ГОСТ Р 51317-4-3,4,5,6,11,13,16,17,28,29
НТД на оборудование объектов вооружения и военной техники	ГОСТ РВ 20.39.308; ГОСТ РВ 20.39.309; ГОСТ РВ 51937; ГОСТ И 21999; ГОСТ РВ 2090-004, 006; MIL-STD-461
НТД на оборудование объектов морской техники	Морской регистр (раздел 2.2);
НТД на оборудование объектов авиационной техники	ГОСТ Р 54073-2010; КТ-160; ГОСТ 19705 ГОСТ РВ 6601-001; ГОСТ РВ 6601-002, ГОСТ26807, ОСТ В102696, ОСТ В102763, ЕНЛГ

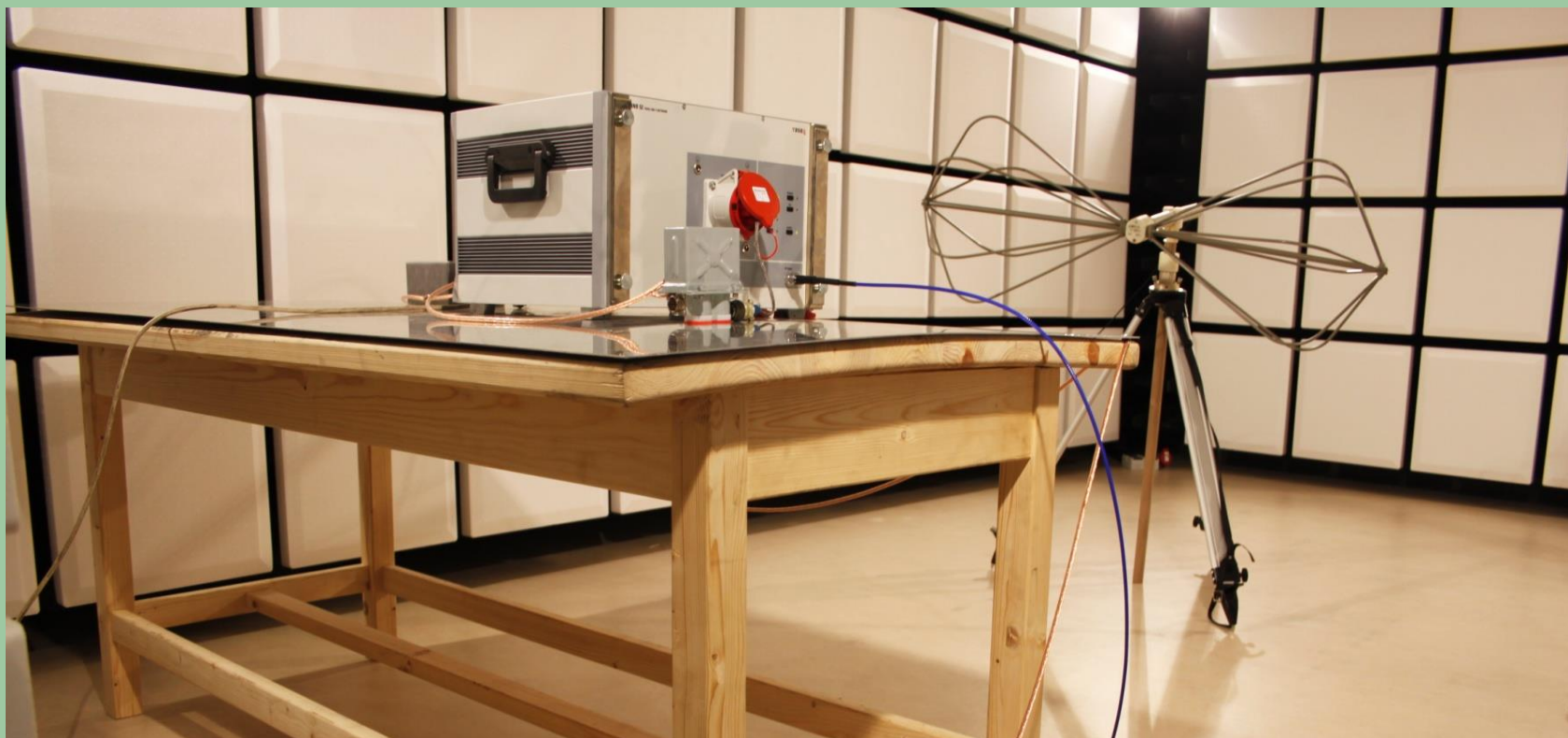


ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Лаборатория испытаний на ЭМС

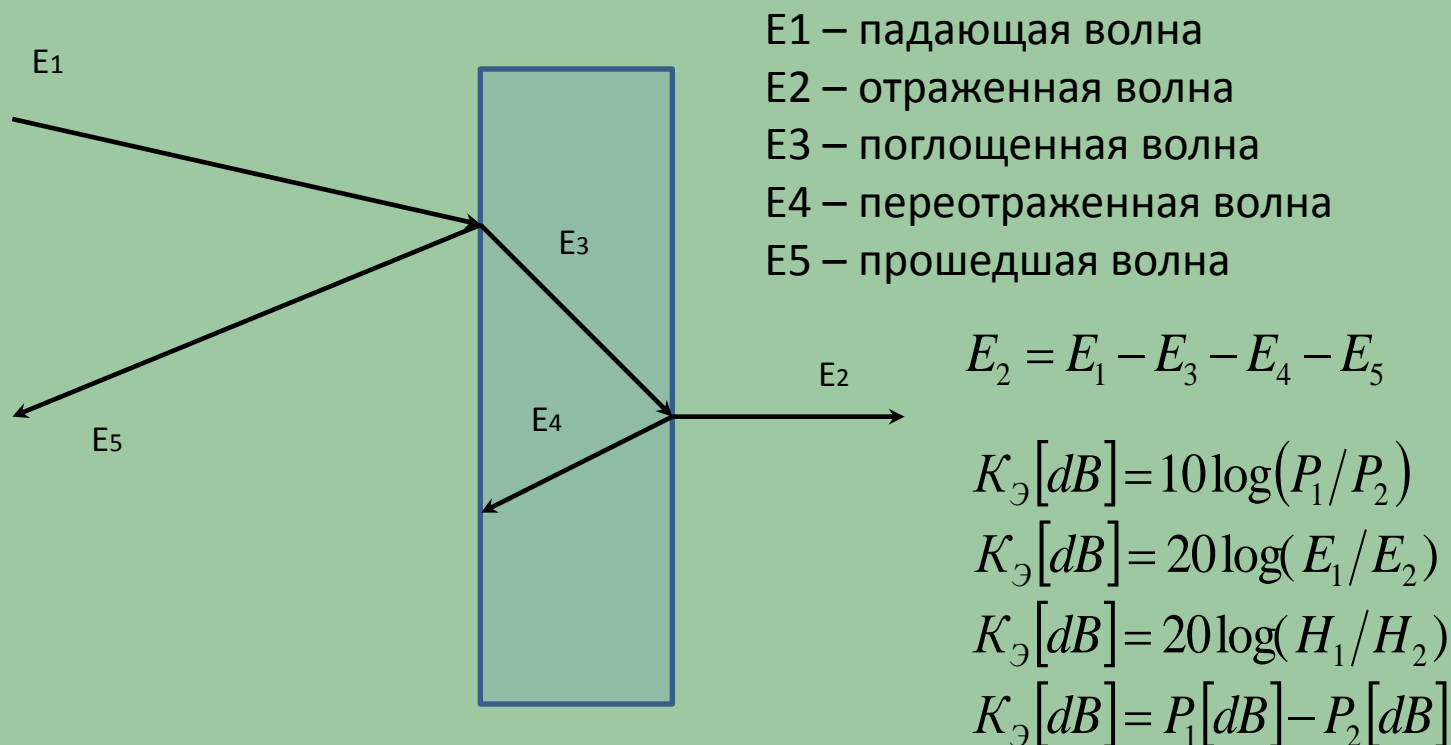
«Экранирование радиоэлектронной аппаратуры, как метод обеспечения электромагнитной совместимости»

Докладчик: Ивко Александр Михайлович

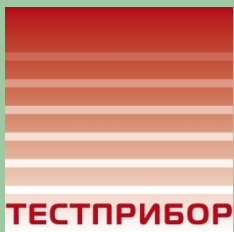


ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Взаимодействие электромагнитной волны с экраном

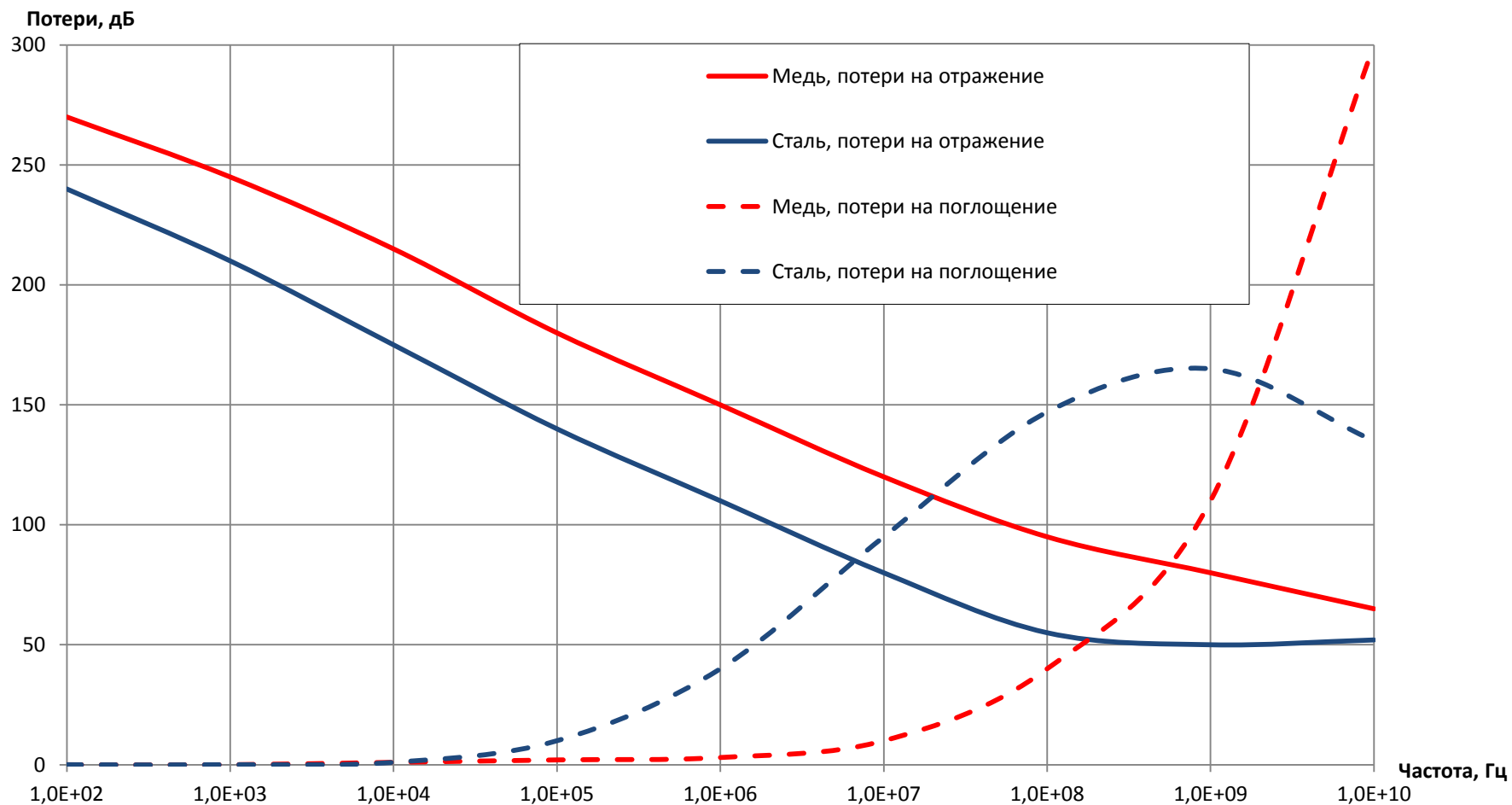


Коэффициент экранирования - отношение интенсивности электромагнитного поля измеренного до установки экрана и после его установки.



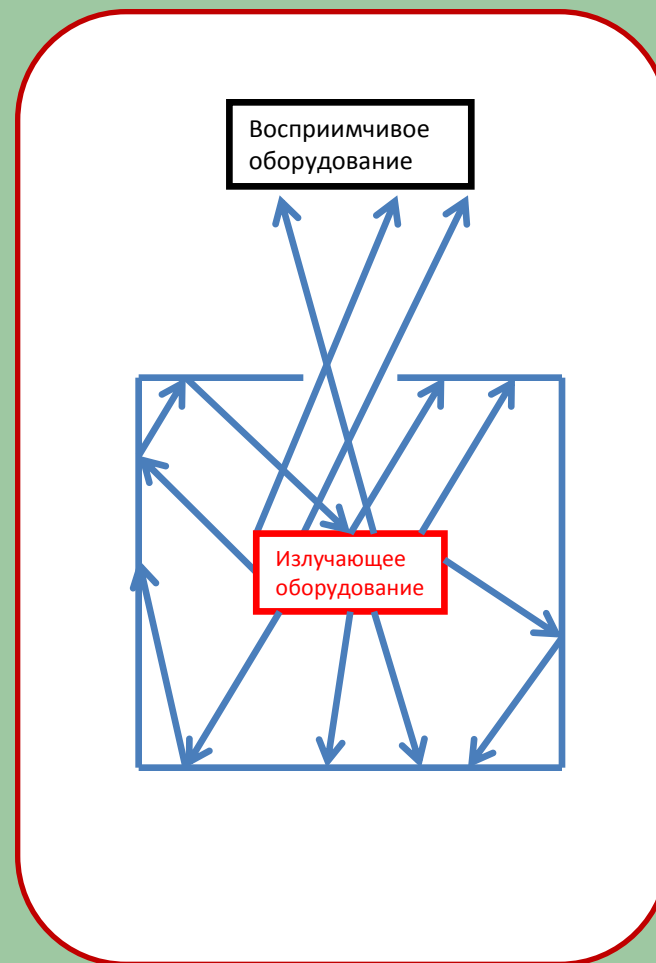
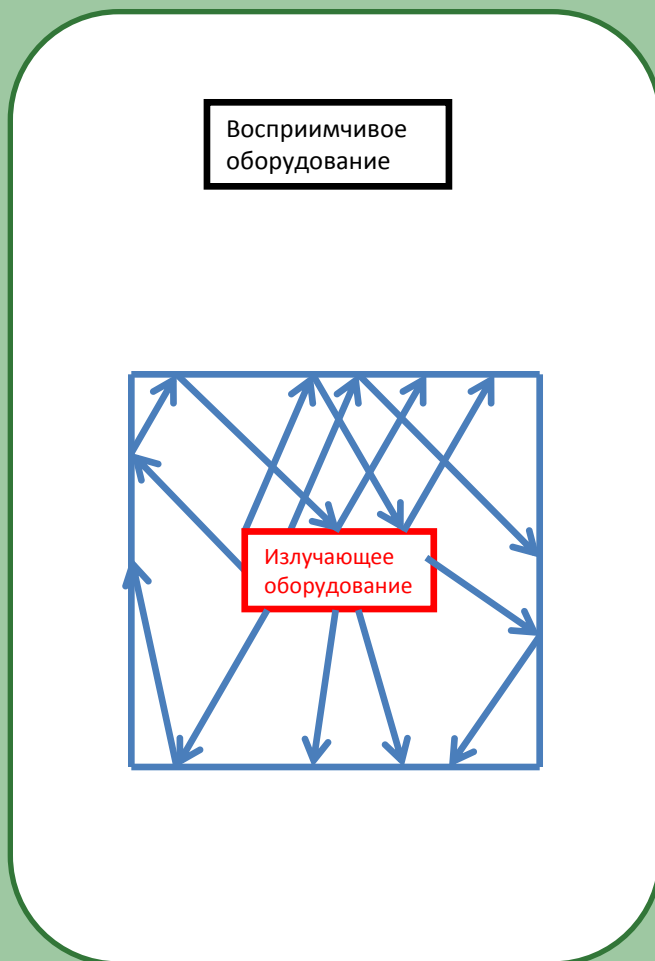
ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Выбор материала для экрана



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

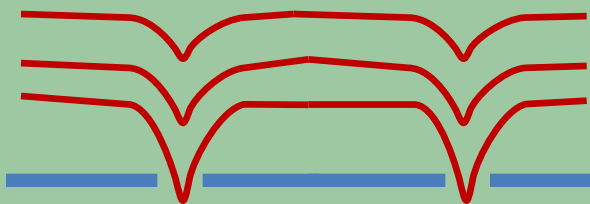
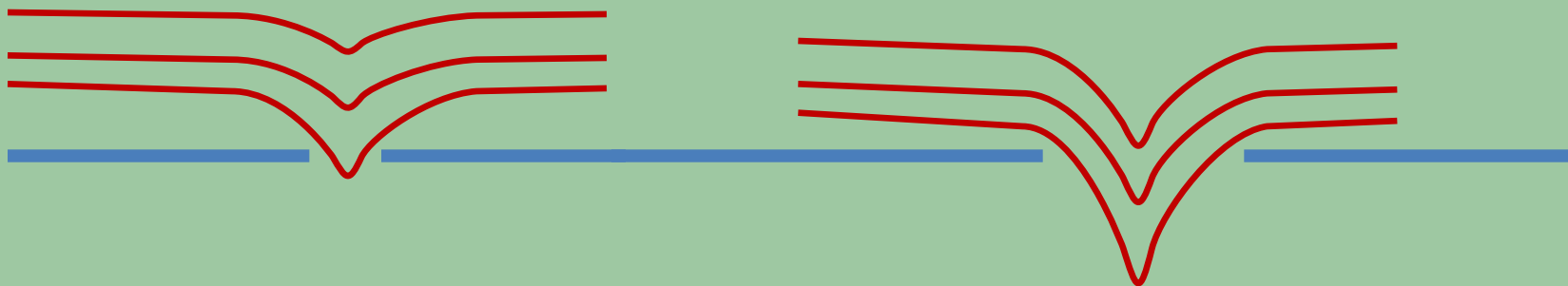
Конструкция экрана





ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Отверстия в экране



Два отверстия имеют коэффициент экранирования на 6 дБ хуже чем одно.

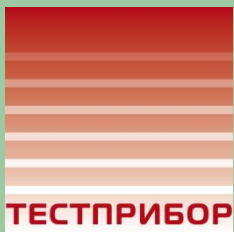
$$K = 20 \log n$$

Коэффициент экранирования круглого отверстия:

$$K_{\text{э}} = 20 \log \left(\frac{\lambda}{2d} \right)$$

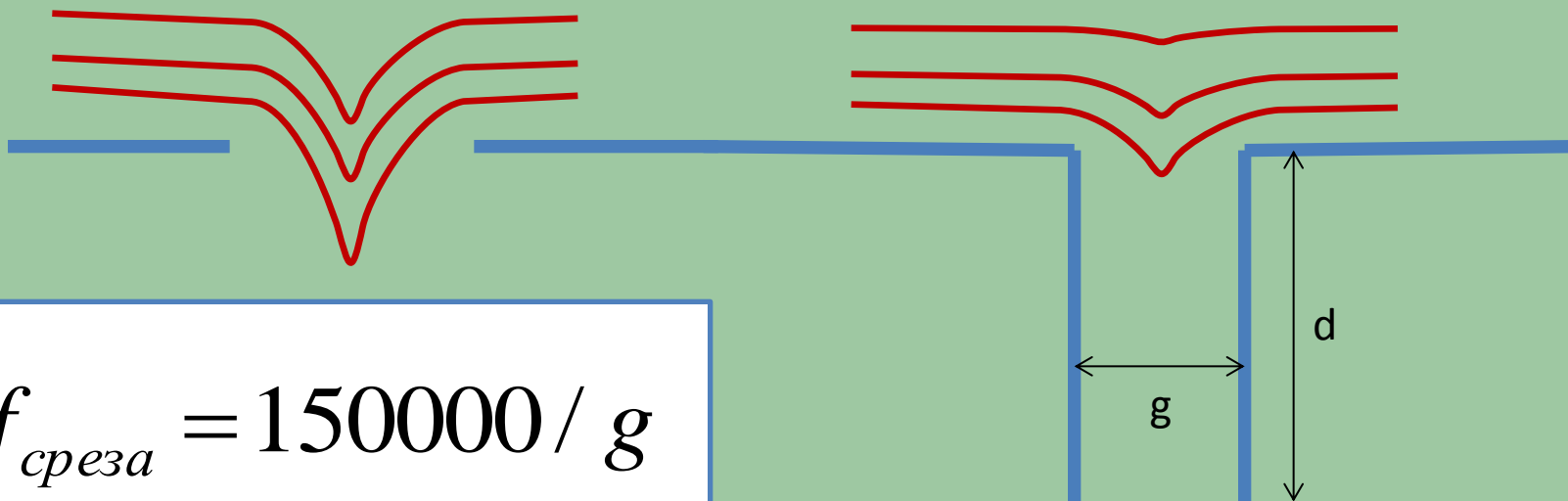
λ -длина волны

d -наибольший диаметр отверстия



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Запредельный волновод



$$f_{\text{среза}} = 150000 / g$$

Для прямоугольного волновода
шириной 5мм частота среза = 30 ГГц.

$$K_{\text{ослабления}} = \frac{27,2 * d * \sqrt{\left(1 - \left(\frac{f}{f_{\text{среза}}}\right)^2\right)}}{g};$$



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Пример использования запредельного волновода

Вентиляционная
решетка типа
Honeycomb (пчелиная
сота)



Запредельный
волновод для ввода
оптического кабеля





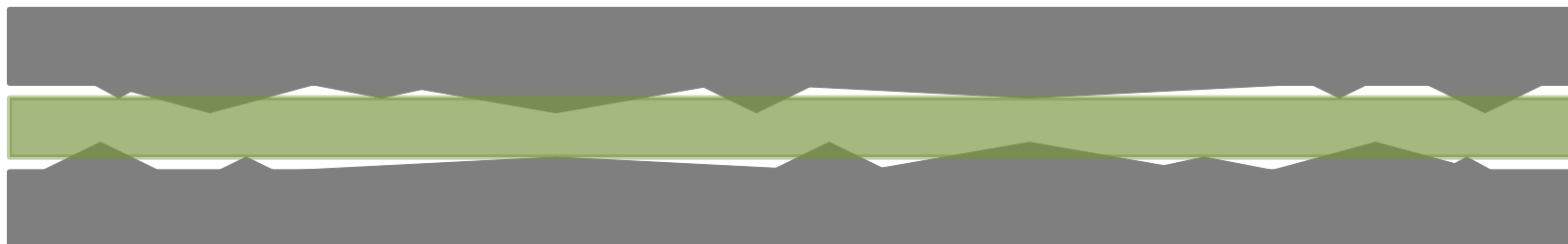
ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Применение проводящих прокладок (gasket)

1. Соприкосновение двух деталей без проводящей прокладки



2. Соприкосновение двух деталей с использованием проводящей прокладки



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Виды проводящих прокладок (gasket)

1. Проводящие прокладки с клеевым слоем



2. Жесткие проводящие прокладки



3. Формованные проводящие прокладки



4. Пружинные контактные ленты

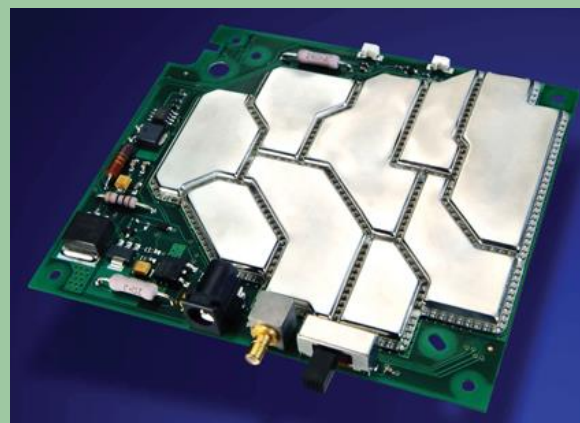




ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Планирование помеховой обстановки на каждом этапе разработки

1. Дизайн печатной платы

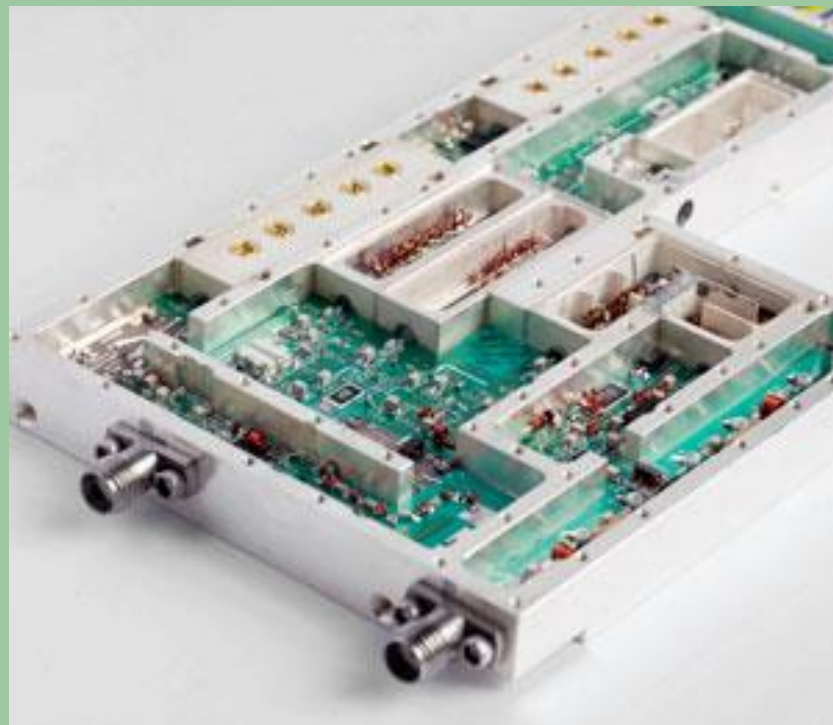
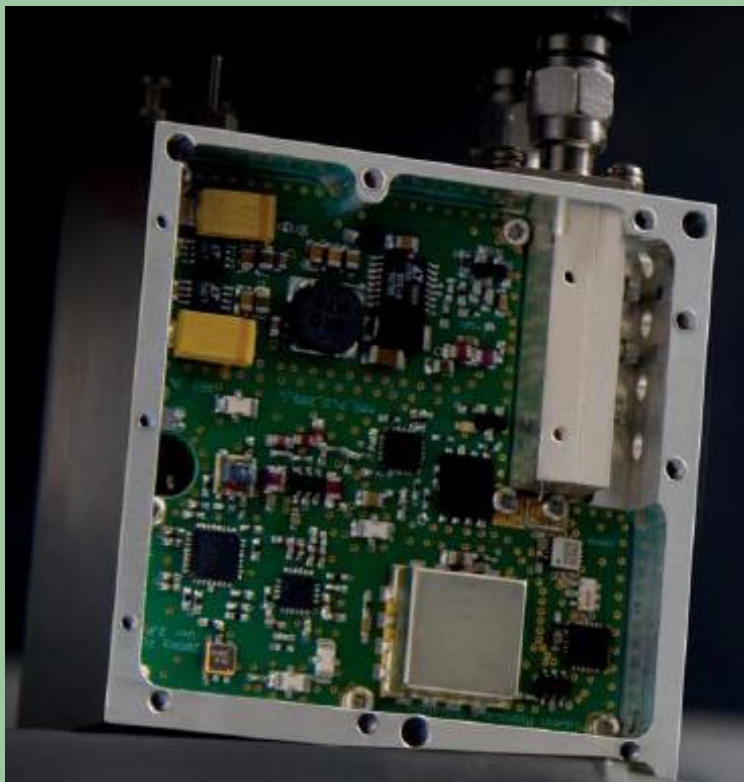




ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

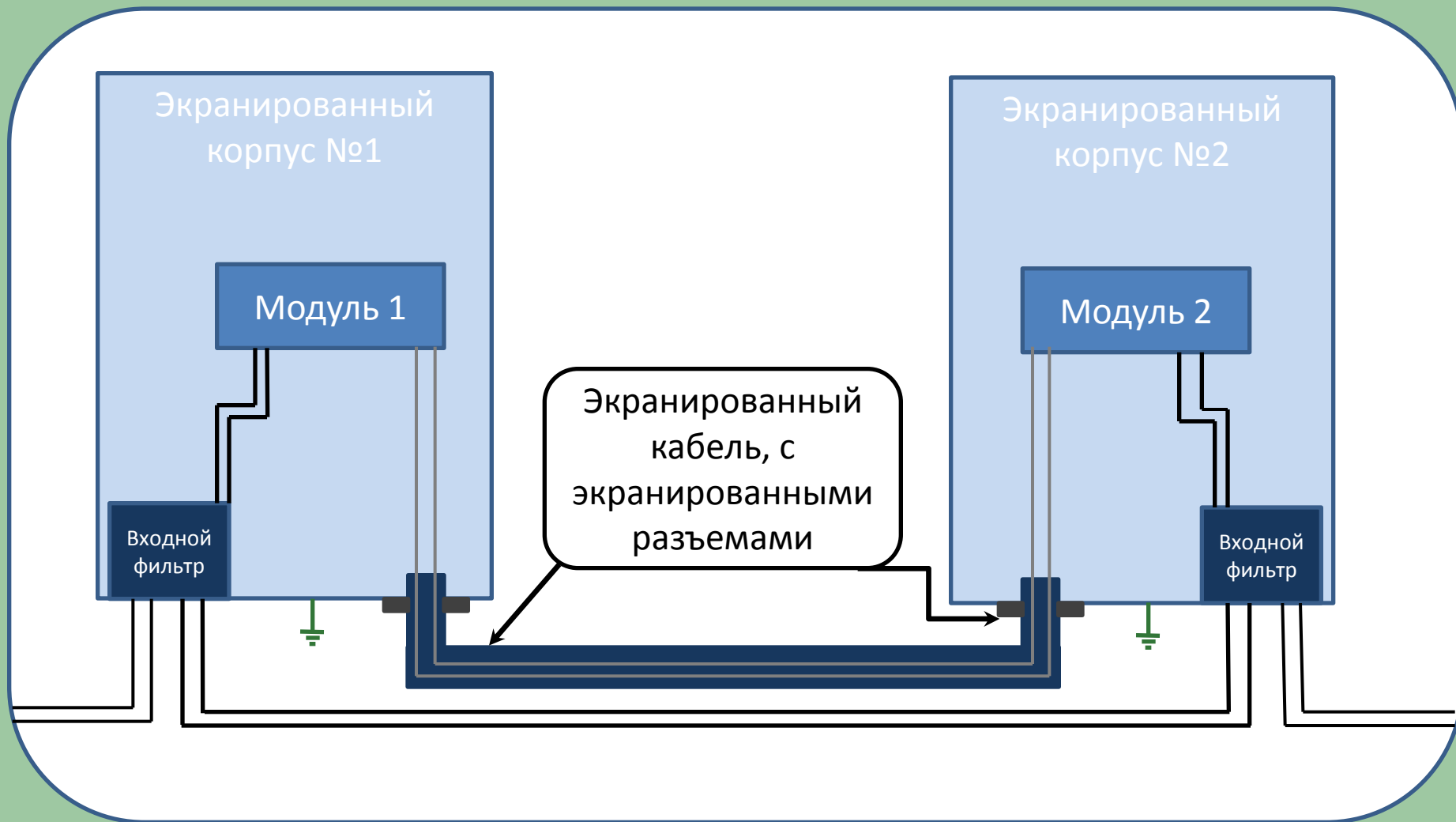
Планирование помеховой обстановки на каждом этапе разработки

2. Дизайн блока



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Пример соединения двух экранированных систем



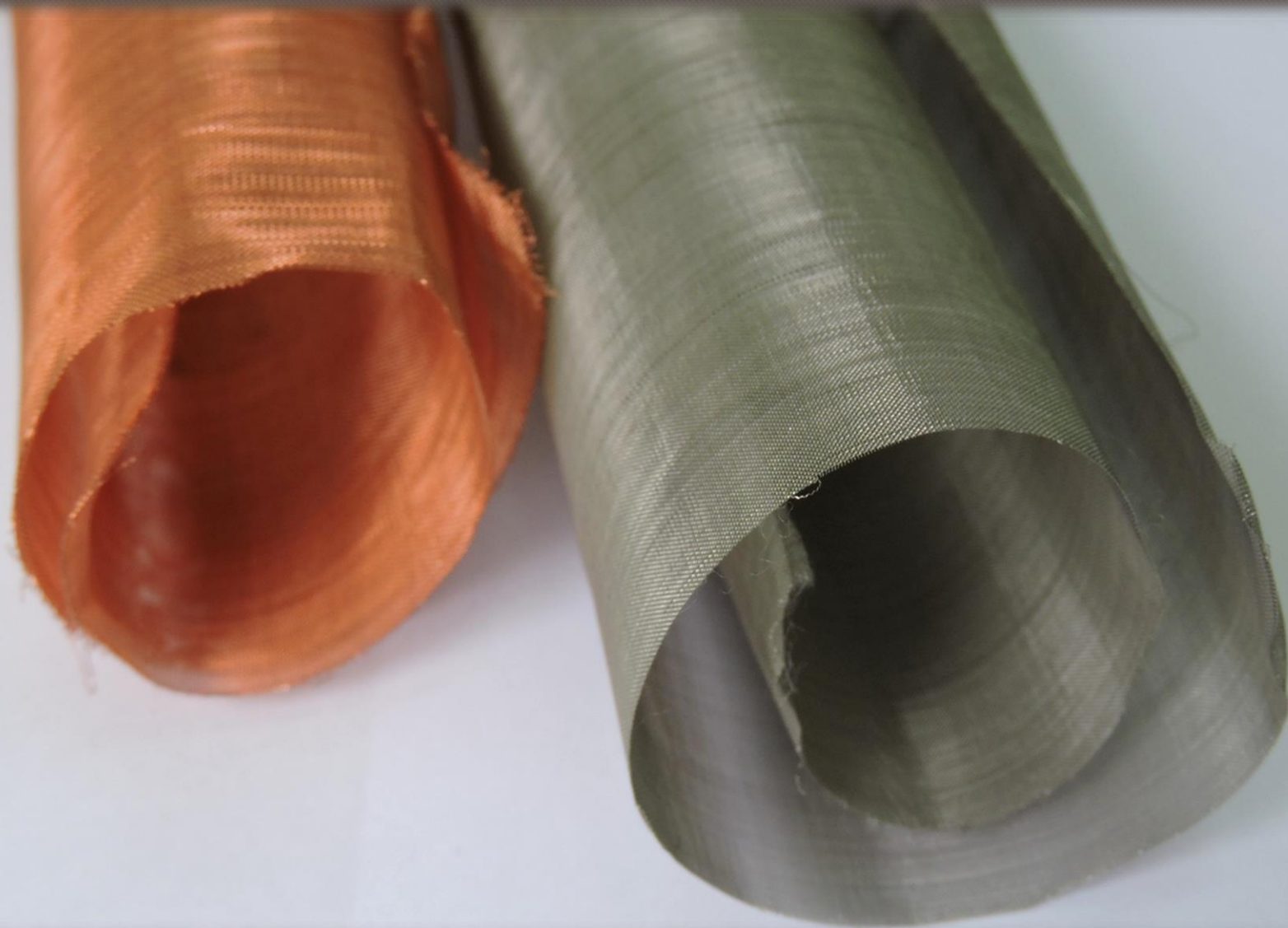
Материалы и комплектующие изделия для защиты от ЭМИ

**Лютаев С.В.
ЗАО «Тестприбор»**

Нанесение проводящей пасты с помощью диспенсера



Металлические сетки



Ткани из проводящих материалов



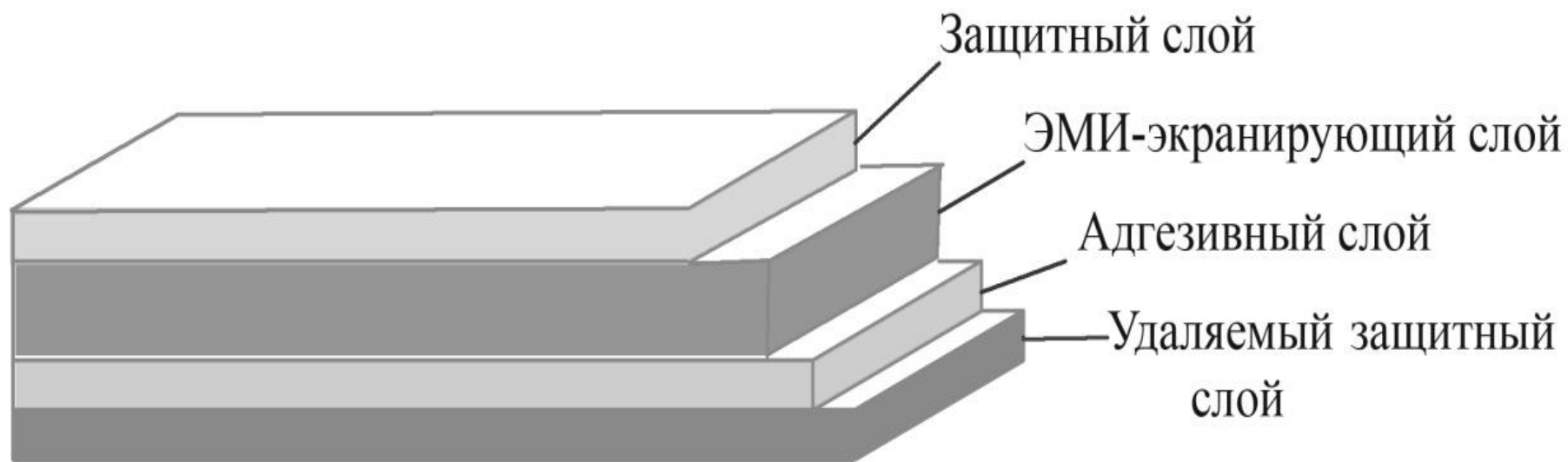
Применение экранирующих тканей



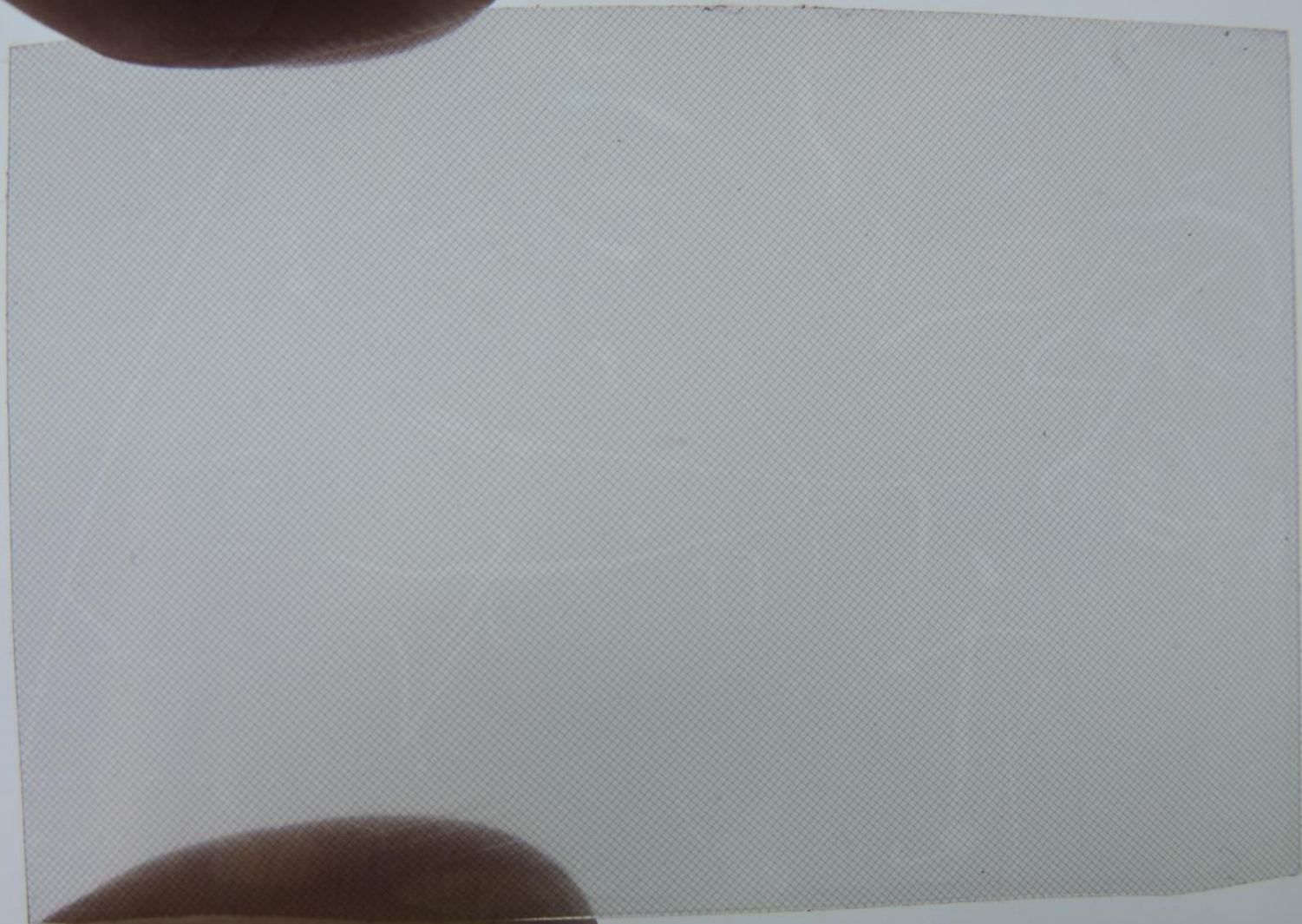
Фольга и скотчи для защиты от ЭМИ



Экранирующая пленка



Пленочное покрытие с защитой от ЭМИ



Характеристики защитной пленки

Тип(артикул)		J01PBM25	J01PBM45	J01PBM75
Характеристика				
Коэффициент экранирования dB	1GHz-18GHz	≥20	≥25	≥30
Светопропускание	Transmittance%	≥25	≥45	≥75
Требования к окружающей среде	Рабочая температура °C		Температура хранения°C	влажность тепло
	-45~+65		-55~+70	В соответствии с действующими стандартами
Особенность подключения	Кромка для электрического подключения/контакта			
Стандартная толщина	50μm			
Максимальный размер	Макс. ширина 1500mm Длина в соответствии с требованиями заказчика			
Стандартные параметры	Кромка Fillet (R) 2			

Стекло с защитой от ЭМИ



Стекло с электроподогревом

Тип (артикул)	JO1DJB06	JO1DJB11
Характеристика		
Межэлектродное сопротивление	6Ω~10Ω	11Ω~15Ω
Светопропускание %	≥85	
Диапазон рабочих температур °C	-55~+70	
Стойкость к влажности и соляному туману	В соответствии с действующими стандартами	
Рабочее напряжение (подогрев)	12V и 24V (рекомендовано)	
Сопротивление изоляции)	≥100MΩ	
Дополнительные функции (опции)	Блок управления нагревом, антибликовое покрытие, экранирование, интеграция и ЖК-дисплеем	
Толщина (мин-макс)	2.5mm~8mm	
Размеры (мин-макс)	3 inch~72 inch	
Стандартные параметры	Кромка Fillet (R) 2mm , длина вывода проводника 20mm, тип проводника определяется заказчиком	

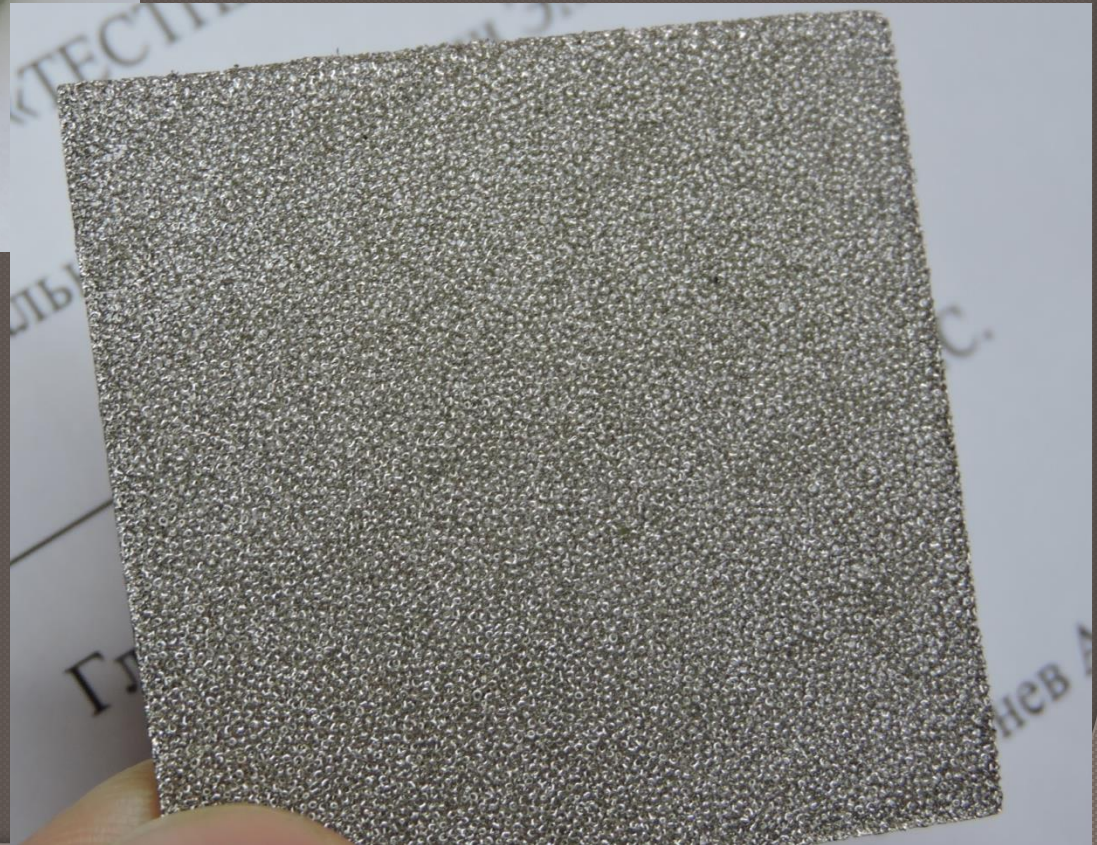
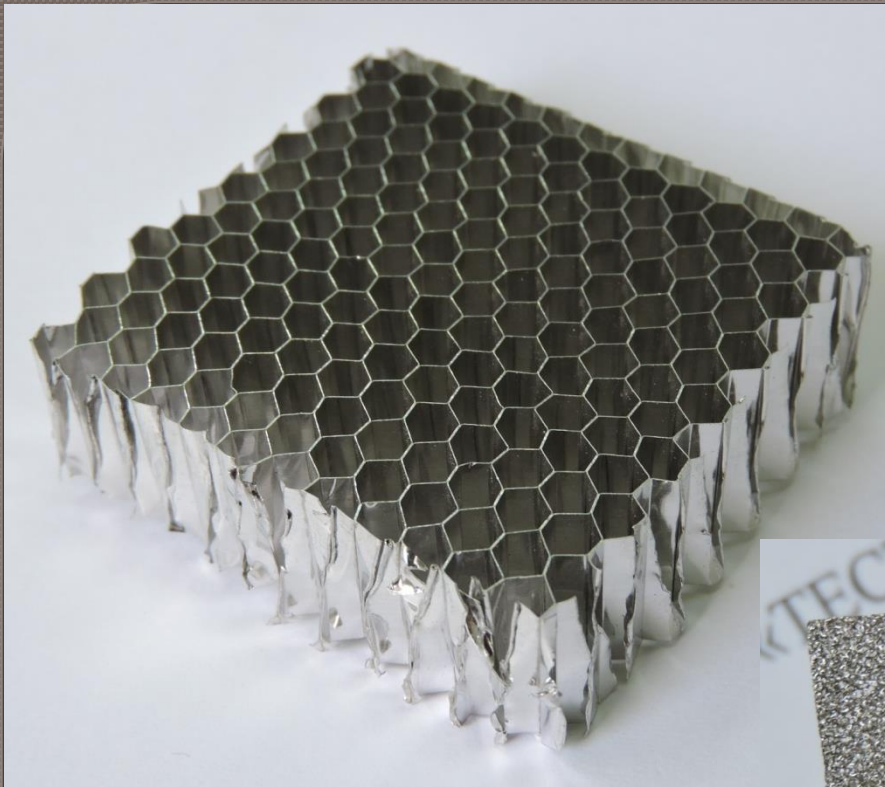
Защитное стекло для особых применений

Тип(артикул)		J01AQBS10	J01AQB2N10	J01AQBS84	J01AQB10
Характеристика					
Коэффициент экранирования (dB)	15KHz	2	21	0	14
	150KHz	4	40	27	41
	10MHz	24	100	30	60
	450MHz	55	100	64	60
	1GHz	50	95	60	70
	10GHz	38	75	45	55
Светопропускание	Transmittance	≥65	≥25	≥55	≥35
Требования к окружающей среде	Рабочие температуры°C	Температура хранения°C	влажность тепло		соляной туман
	-45~+65	-55~+70	Соответствует действующим стандартам		
Материал основы	Стекло (в стандартном исполнении)				
Доп. опции	Пуленепробиваемость (FD)				
Стандартные параметры	Кромка Fillet (R) 2 angle modulation (D)0 degree «юбка» (Q) 30mm				



**Защитное стекло
для особых применений**

Материалы для защиты вентиляционных отверстий



ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ



Д.А. Величко

К.т.н., ведущий инженер ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

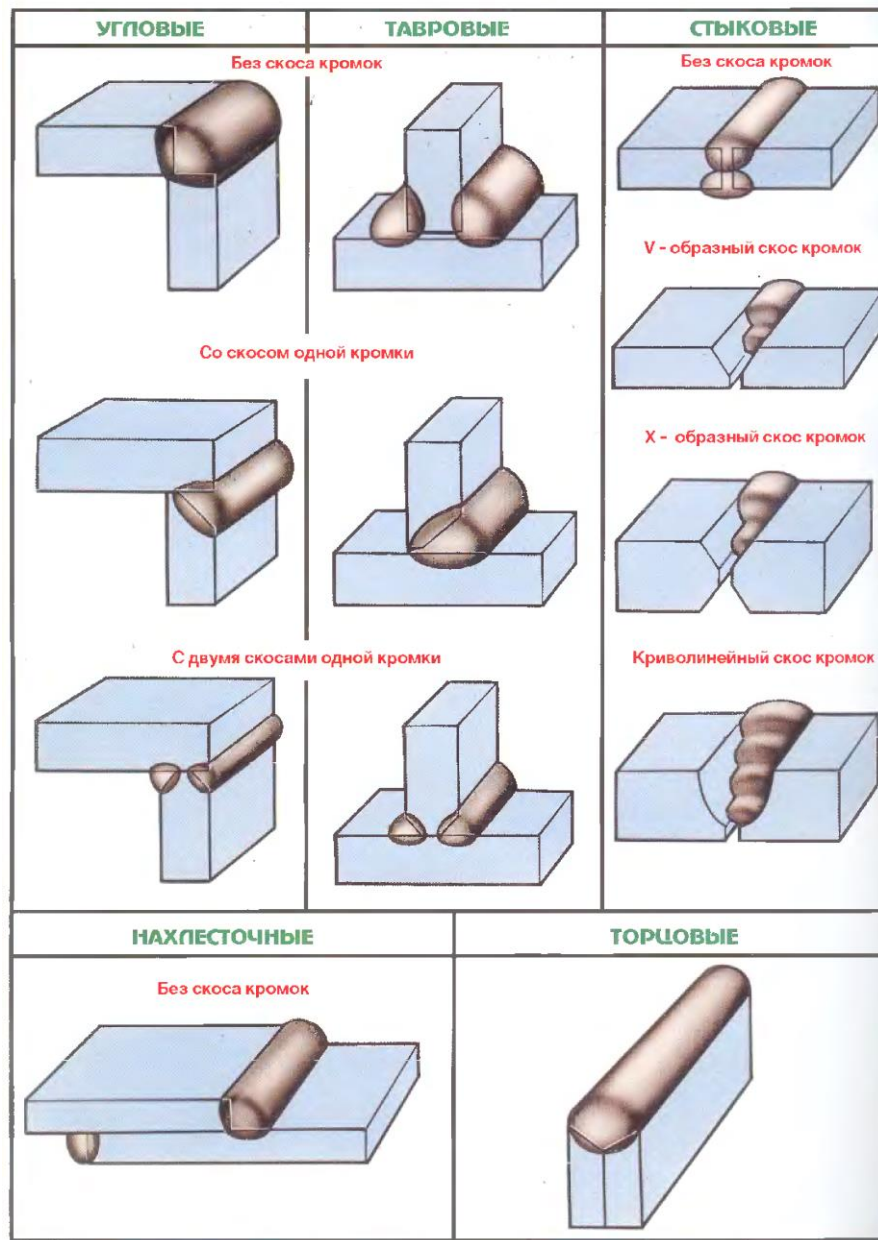
Для каждого конкретного случая не существует единого решения обеспечения электромагнитной совместимости приборов и защиты биологических объектов.

- В связи с этим очень актуальным становится вопрос использования новых материалов и сплавов в средствах защиты от МП ПЧ. До недавнего времени в нашей стране для создания систем электромагнитной защиты с высоким коэффициентом экранирования применялись листовые (из стали) и плитные (из пермаллоя) кристаллические сплавы.
- Из-за неработоспособности экранов из обычных проводящих материалов при частотах ниже <10 кГц их необходимо изготавливать из магнитомягких сплавов.



Толщина стального листа, обеспечивающего необходимую эффективность экранирования обычно более 3-х мм. Конструкция швов такого экрана должна обеспечивать надежный электрический контакт с низким переходным сопротивлением, что делает довольно сложным изготовление входов в помещения, вентиляции и вводов коммуникаций. Кроме этого, например, магнитные свойства пермаллоя марки 79НМ после деформации на 10% падают почти в 18 раз.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



Аморфные и нанокристаллические сплавы

- В настоящее время при создании материалов для электромагнитной защиты наибольший интерес представляют быстрозакаленные металлические сплавы (аморфные и нанокристаллические).
- Магнитные аморфные сплавы (это ферромагнитные сплавы с узкой петлёй гистерезиса), наряду с высокой механической прочностью и коррозионной стойкостью, характеризуются исключительной «мягкостью» магнитных свойств
 - низкая коэрцитивная сила (позволяет легко намагничиваться и размагничиваться в слабых полях)
 - высокая магнитная проницаемость
- Они позволяют, например, при экранировании силового кабеля снизить уровень магнитного поля до 500 раз, а при проведении сварочных работ ослабить внешнее магнитное поле индукцией до 1000 мкТл внутри защитной одежды в 10-20 раз.

Физические свойства аморфных сплавов

Плотность АС на 1-2% ниже кристаллических аналогов, прочность выше в 5-10 раз!

Электрическое сопротивление АС в 3-5 раз выше, чем у кристаллических аналогов!

АС почти всегда являются магнитомягкими ферромагнетиками

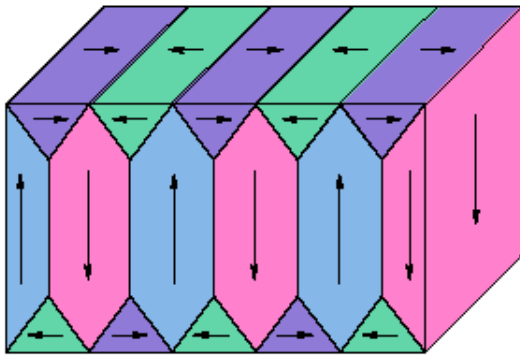


Рис. 4. Доменная структура ферромагнетика

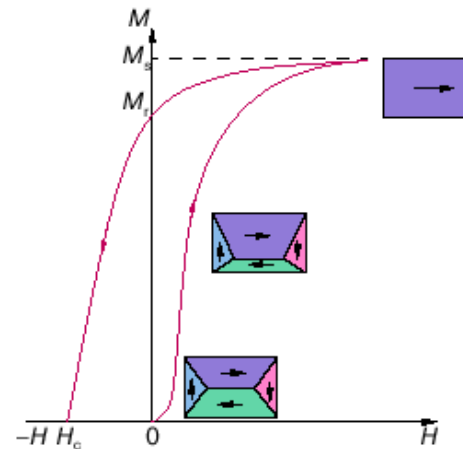


Рис. 5. Схематическое изображение процесса намагничивания и соответствующие изменения в доменной структуре ферромагнитного материала

Уменьшение магнитной анизотропии у АС приводит к резкому снижению коэрцитивного поля, что уменьшает потери при перемагничивании.

Таблица 2. Сравнительные характеристики аморфных и нанокристаллических магнитомягких материалов относительно традиционных

<u>МАТЕРИАЛ</u> <u>СВОЙСТВА</u>	<u>Электро-</u> <u>тех. сталь</u>	Пермаллой		Феррит	Аморфный		<u>Нано-</u> <u>кристал-</u> <u>лический</u>
		<u>Ni (50%)</u>	<u>Ni (80%)</u>	<u>Mn-Zn</u>	На осн. <u>Co (80%)</u>	На осн. <u>Fe</u>	На осн. <u>Fe</u>
Амплитуда магнитной индукции, <u>B_m</u> (Т)	2,0	1,55	0,74	0,5	0,58	1,56	1,16
Коэрцитивная сила, H_c (Э)	0,5	0,15	0,03	0,1	0,005	0,03	0,01
Начальная проницаемость, <u>μ_i</u>	1 500	6 000	40 000	3 000	60 000	5 000	70 000
Максимальная проницаемость, <u>μ_{max}</u>	20 000	60 000	200 000	6 000	$1 \cdot 10^6$	50 000	600 000
Удельное сопротивление, ρ (<u>$\mu\text{О/см}$</u>)	50	30	60	$1 \cdot 10^6$	120	130	130
Температура Кюри, T_c (°С)	750	500	500	140	255	415	560
Температура кристаллизации, <u>T_x</u> (°С)	-	-	-	-	530	550	515
Предельная рабочая температура, T (°С)				100	90	150	180
<u>Оптим.</u> область рабочих частот, <u>f</u> (кГц)	0...1	0...10		10...15	10 ... 100 000		

Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси
по материаловедению», г. Минск
Закрытое акционерное общество «Тестприбор», г. Москва

**«Применение многослойных пленочных экранов для
электромагнитной защиты радиоэлектронных
приборов и обеспечения их электромагнитной
совместимости»**

Василенков Н.А., Грабчиков С.С., Максимов А.Ю., Труханов А.В.

«Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» 2014-2015г.г.

2015 год

Технологическая линия формирования МПЭ



Образцы корпусов с МПЭ

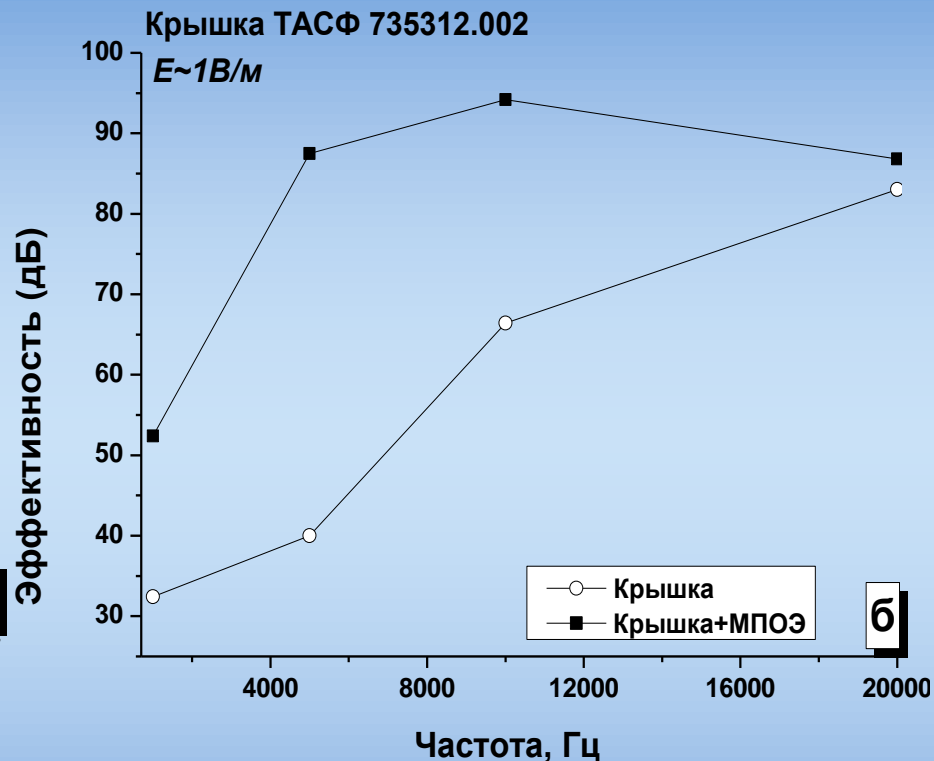
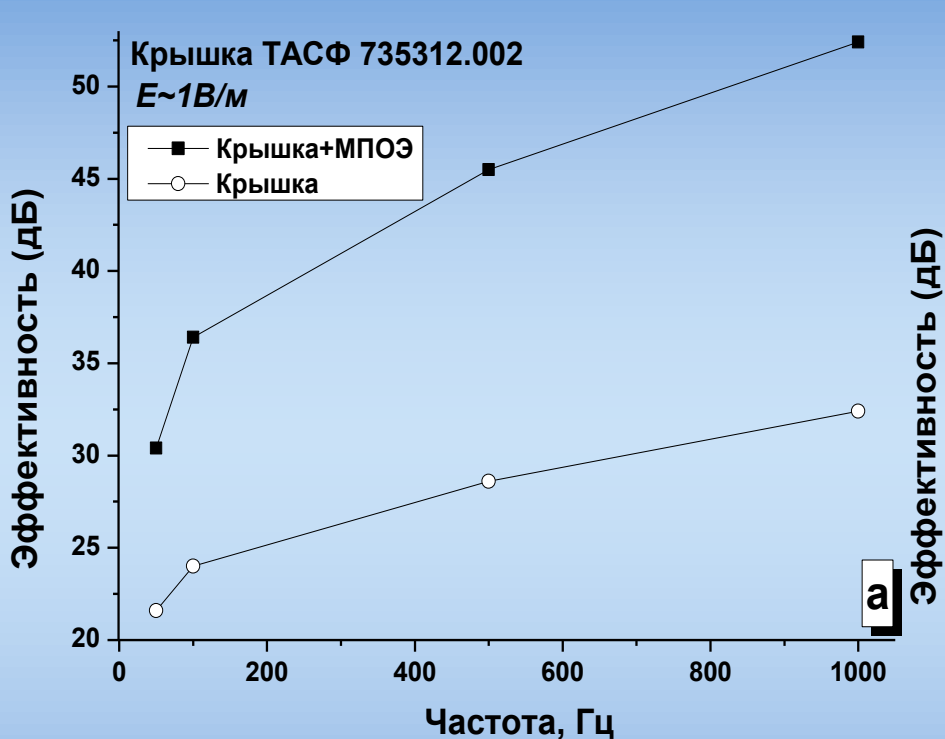


Образец модульной конструкции корпуса аппаратуры КА с МПЭ, сформированными на заданных участках поверхностей
(габариты: 1 блок - 190×160×160мм; 2 блок - 190×160×60мм)



Образец корпуса ЛШД блока КА с МПЭ (диаметр основания 40мм, диаметр корпуса 28мм, высотой 35мм), содержащего 8 слоев $NiFe$ по 50мкм и 7слоев Cu по 5 мкм

Защита БНК 2 уровня от воздействия низкочастотных электромагнитных полей



Зависимости эффективности экранирования конструкций БНК-2 (сталь 1мм) в исходном состоянии и после формирования МПЭ в частотных диапазонах от 50 до 1000Гц (а) и от 1000Гц до 20 000Гц (б).



ВЫВОДЫ

- 1. Для обеспечения высокой эффективности экранирования электромагнитного излучения в широком диапазоне частот следует применять МПЭ. Наиболее перспективным с практической точки зрения способом формирования МПЭ является метод электролитического осаждения. Он обеспечивает высокую технологичность процесса формирования и жесткую фиксацию МПЭ относительно корпуса детали, позволяет варьировать в широких диапазонах количество и толщину отдельных слоев.**
- 2. На основе метода электролитического осаждения разработан технологический процесс позволяющий на стандартных корпусах и блоках радиоэлектронной аппаратуры в едином цикле формировать многослойные электромагнитные экраны с высокой эффективностью экранирования и прочностью сцепления с корпусом и обеспечивать электромагнитную совместимость различных электронных компонентов и блоков аппаратуры.**

ВЫВОДЫ

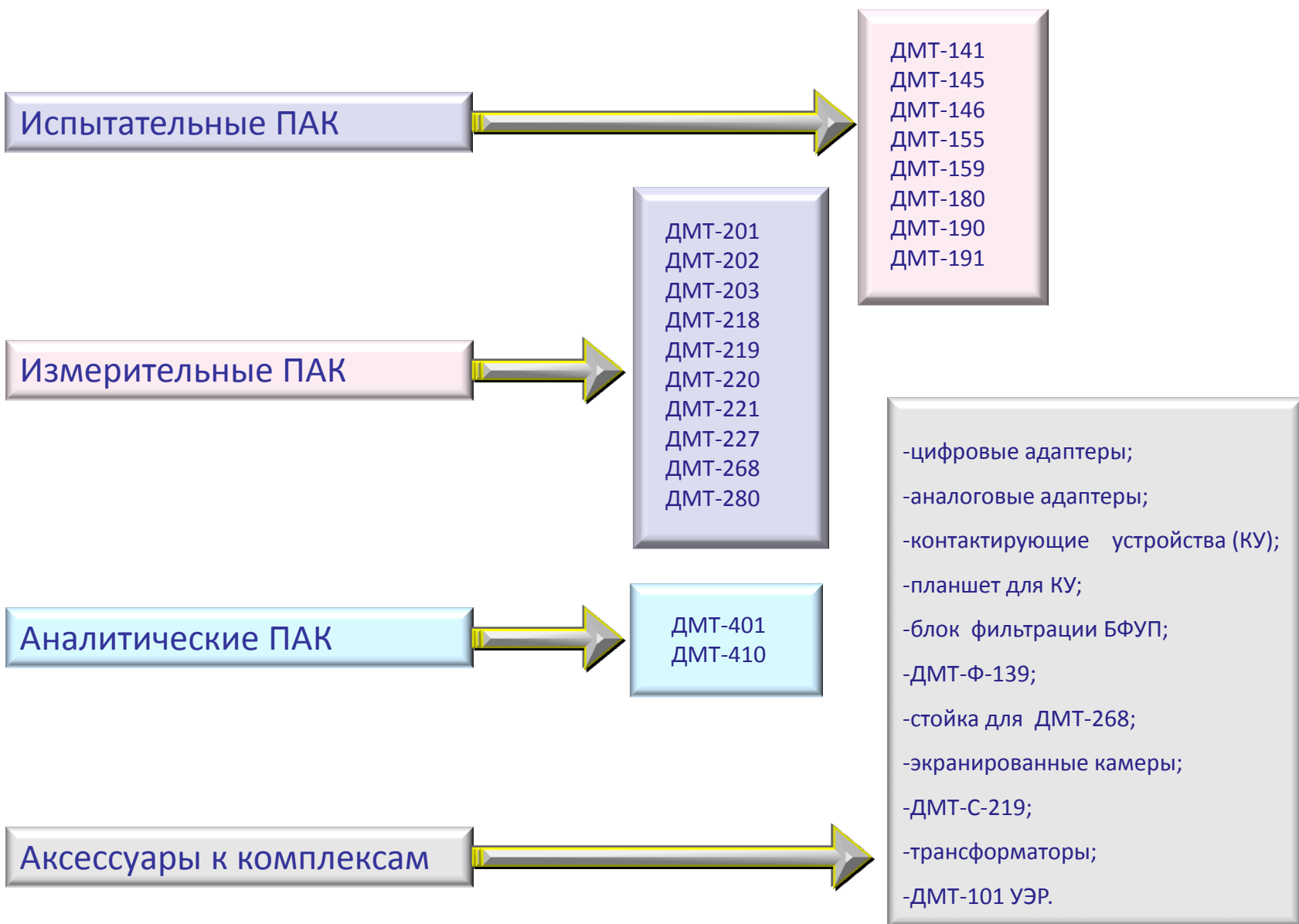
3. МПЭ толщиной 300÷400мкм (цилиндр диаметр 60мм и высотой 100мм) обеспечивают эффективность экранирования постоянного магнитного поля напряженностью 20 ÷ 160А/м (0,25 ÷ 2,0 Э) величиной 4 ÷ 10, а напряженностью 200 ÷ 2000А/м (2,5 ÷ 25,0 Э) величиной 20 ÷ 36. Показано, что получения максимальной эффективности экранирования необходимо учитывать как основные магнитные характеристики материалов экранов – B_s , μ_{\max} так и величину напряженности магнитного поля соответствующую максимальному значению магнитной проницаемости.
4. Эффективность экранирования МПЭ в НЧ диапазоне ЭМП (50÷5000Гц) составляет 100÷35 000, что в $20\div 10^3$ раз выше, чем у эквивалентных по толщине экранов из однослойных металлических материалов, и является функцией следующих факторов – суммарной толщины экрана, толщины и количества отдельных слоев. Если в области ВЧ (свыше 100÷1000кГц) экранировать можно с помощью однослойных металлических материалов, то в области НЧ (промышленных) наиболее эффективно использовать многослойные структуры с максимально возможным количеством слоев заданной толщины (близкой к глубине проникновения ЭМП).
5. Проведены измерения напряженностей электрического и магнитного полей внутри экранирующих конструкций МПЭ различного строения. Полезный сигнал выделен только для магнитной компоненты с длительностями фронта 5 нс и импульса 1000нс. Показано, что на частотах порядка 100кГц МПЭ обеспечивает ослабление магнитной составляющей 85дБ (равная по толщине и эквивалентная по составу однослойная структура - 61дБ), на частотах более 1МГц – более 90дБ.

ООО «ДМТ ТРЕЙДИНГ»

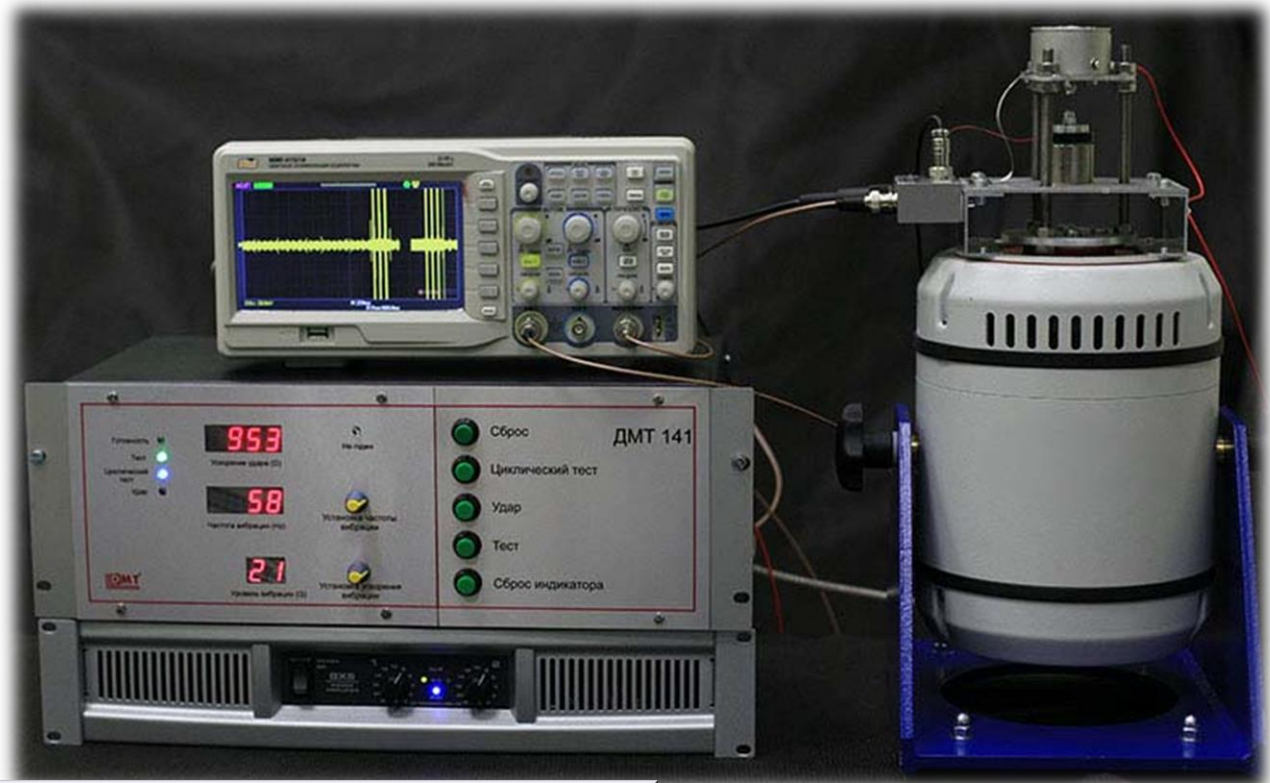
*Республика Беларусь
г. Минск, 220020
проспект Победителей д.89
кор.2, пом.1, комн.01.*

ЗАО «ДМТ ЭЛЕКТРОНИКС»

*г. Зеленоград (Москва)
Панфиловский проспект д.10
ком. 527/1*



Комплекс испытательный обнаружения посторонних частиц в подкорпусном пространстве полупроводниковых приборов, интегральных схем и электромагнитных реле ДМТ–141



Комплекс ДМТ–141 предназначен:

-для проведения испытаний на наличие посторонних частиц в подкорпусном пространстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем в соответствии с ГОСТ 20.57.406-81 и ОСТ II 073.013-83;

-для проведения испытаний по MIL-STD-883, MIL-STD-750 и , MIL-PRF-39016.

Испытания ИМС на электромагнитную совместимость

Нормативы, стандартизирующие методики измерения излучаемых помех (стандарт IEC 61967) и помехоустойчивости ИМС (стандарт IEC 62132)

МЭК 61967 Интегральные схемы — Измерение электромагнитного излучения

МЭК 61967-1 Основные условия и определения

МЭК 61967-2 Метод измерения электромагнитного излучения с помощью ТЕМ камеры

МЭК 61967-3 Метод поверхностного сканирования

МЭК 61967-4 Метод прямого соединения 1 Ом/150 Ом

МЭК 61967-5 Стендовый метод с применением клетки Фарадея

МЭК 61967-6 Метод магнитного зонда

МЭК 62132 Интегральные схемы — Измерение электромагнитной помехоустойчивости

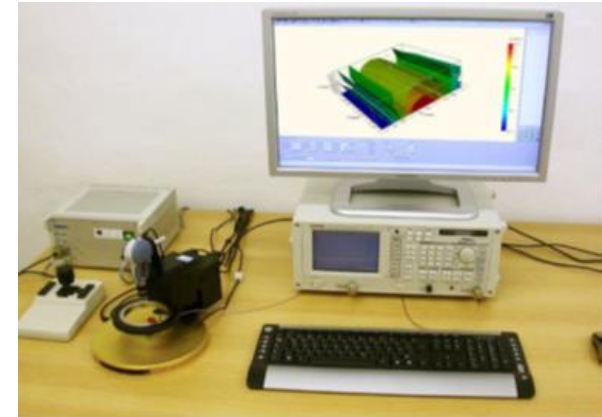
МЭК 62132-1 Основные условия и определения

МЭК 62132-2 Метод измерения с помощью ТЕМ камеры

МЭК 62132-3 Метод инъекции объёмного тока

МЭК 62132-4 Метод прямого введения мощности

МЭК 62132-5 Стендовый метод с применением клетки Фарадея

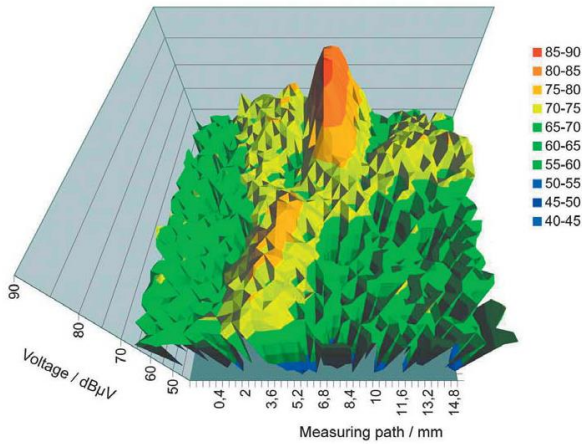


Оборудование, реализующее метод поверхностного сканирования (согласно стандарту МЭК 61967-3)

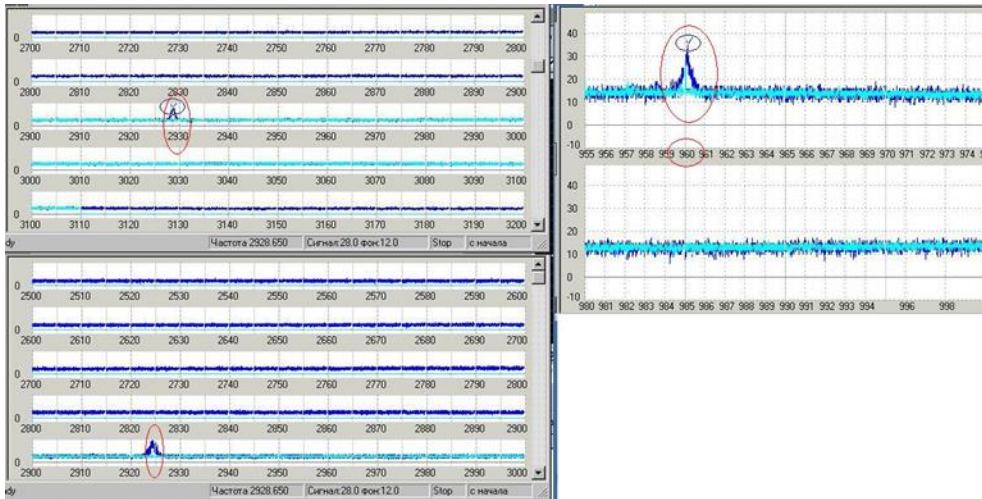
1. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Испытания ИМС на электромагнитную совместимость.

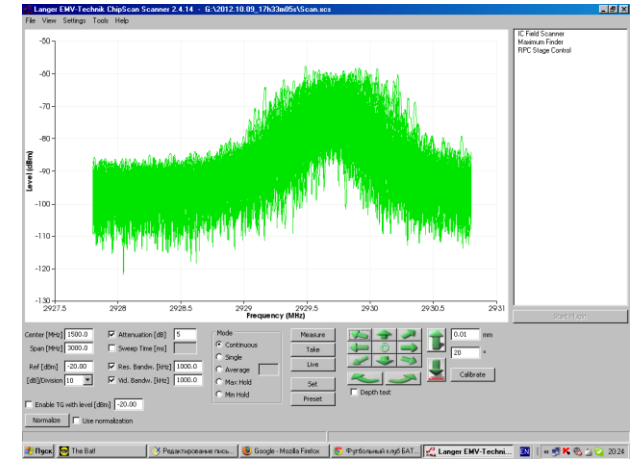
Примеры результатов.



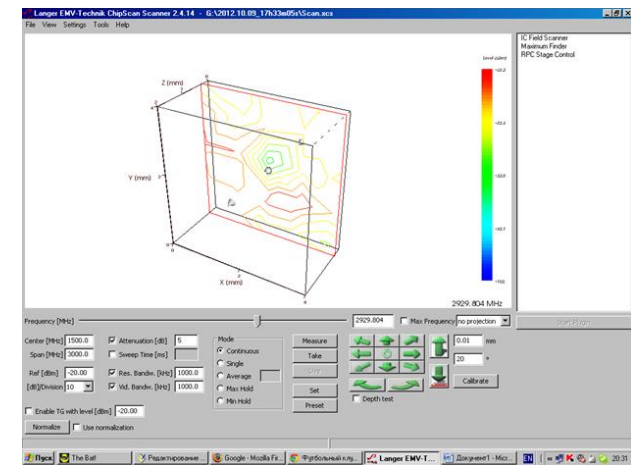
Пример распределения электромагнитного поля на частоте 384 МГц вдоль поверхности микроконтроллера.



Сравнительная спектрограмма (ЭМИ) для двух функционально идентичных интегральных микросхем FLASH памяти 2ГБ разных производителей



Интегральная по объему спектрограмма (от 0,5 до 2мм над поверхностью) на частоте, близкой к характеристической.



Контуры одинаковой мощности для распределения ЭМИ над ИМС на характеристической частоте

3. АНАЛИТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Испытательный стенд для определения содержания паров воды и анализа газа в подкорпусном пространстве ЭРИ ДМТ-401



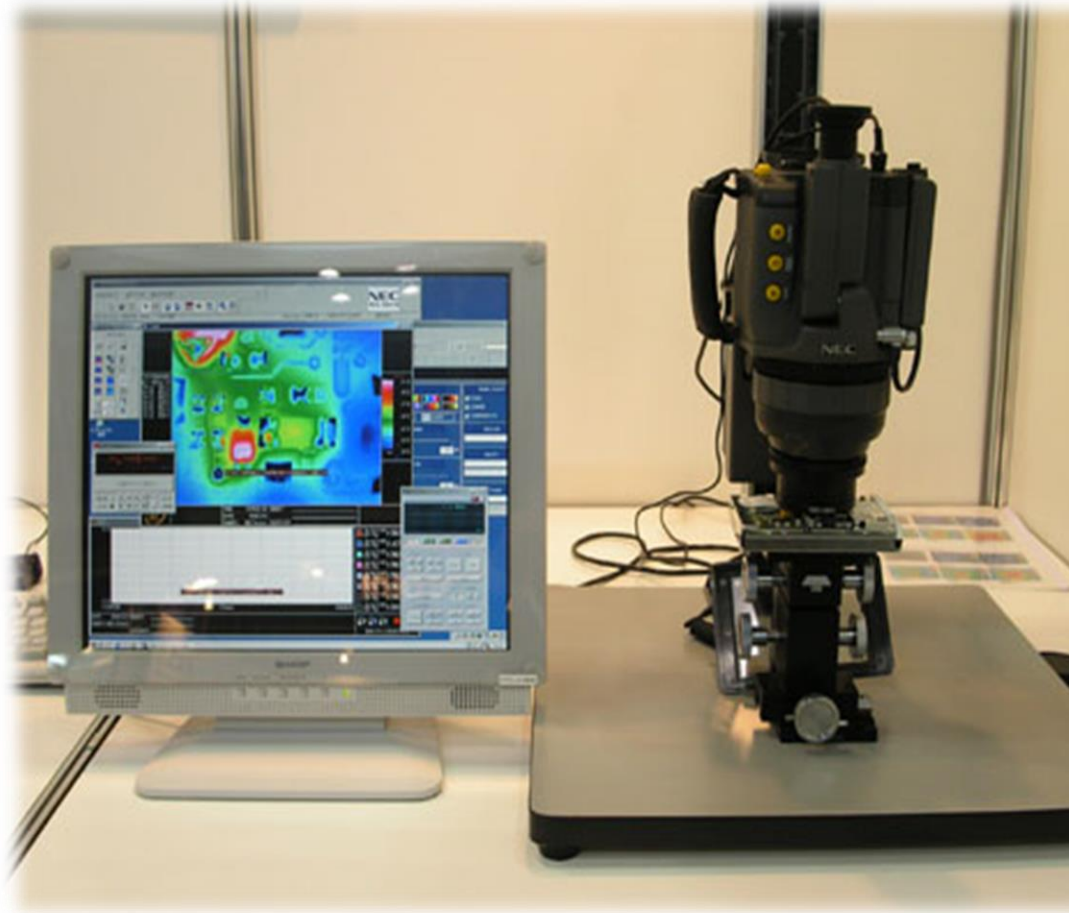
Стенд ДМТ-401 предназначен для определения концентрации паров воды и анализа газовой среды в подкорпусном пространстве электронных компонентов ЭРИ в соответствии с методом 222-1 ОСТ 11 073.013-83 и методом 1018 стандарта MIL-STD-883.

Основные параметры:

1. Минимальная определяемая влажность газовой смеси – 100 ppmV.
2. Точность определения влажности 5000 ppmV не хуже 10%.
3. Диапазон определения газов по атомным единицам массы: 1- 100 а.е.м.
4. Определение влажности газовой смеси в подкорпусном пространстве ИМС осуществляется при температуре 100...120 °С.
5. Одновременное определение газов в газовой смеси до 100 а.е.м.
6. В Комплекс входит генератор влажного газа (азота) с концентрацией влаги 100 - 10 000 ppmV.

3. АНАЛИТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Комплекс термографического анализа тепловых полей ЭРИ ДМТ-410



Комплекс ДМТ-410 предназначен: для проведения анализа тепловых полей ЭРИ, обнаружения локальных точек перегрева на кристалле ИМС, печатных платах и других объектах при испытаниях.

На уровне дискретных элементов с помощью комплекса ДМТ-410 выполняется:

- контроль сварного соединения выводов с кристаллом
- измерение теплового сопротивления
- поиск дефектов структуры на кристалле
- поиск мест повышенных утечек в кристалле при изменении частоты
- выявление предельной температуры работы
- определение неравномерности токопроводящих покрытий.

На уровне систем с помощью теплового контроля можно выполнить:

- определение неравномерности распределения температуры внутри корпуса изделия
- оценка эффективности установки дополнительных теплоотводящих элементов



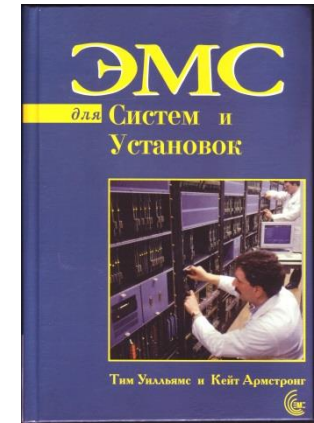
Центр инженерных знаний

Проблемы защиты аппаратуры от
электромагнитных воздействий и
повышение квалификации кадров

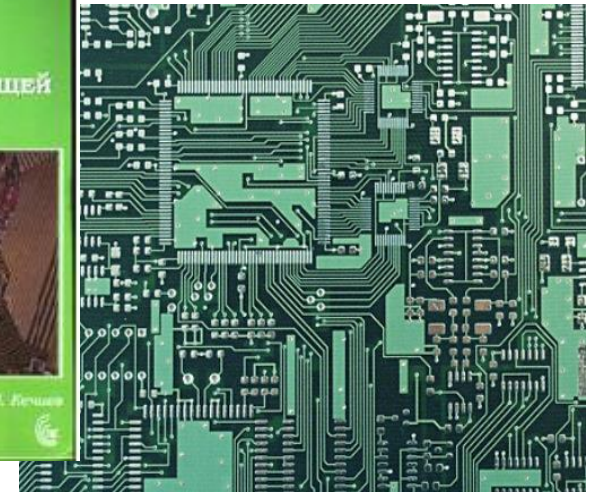
Д.т.н., профессор Кечиев Л.Н.

- Отсутствие дисциплины ЭМС в учебных планах бакалавров и магистров по направлению «Проектирование и технологии электронных средств»
- Отсутствие учебной литературы по конструированию с учетом ЭМС
- Слабая лабораторная база (дорогостоящее оборудование)
- Исторически конструктор был на вторых ролях по отношению к разработчику
- Динамично меняется содержание и глубина проблемы
- Необходимо повышать квалификацию выпускников вузов, особенно бакалавров, в области проектирования технических средств с учетом ЭМС.

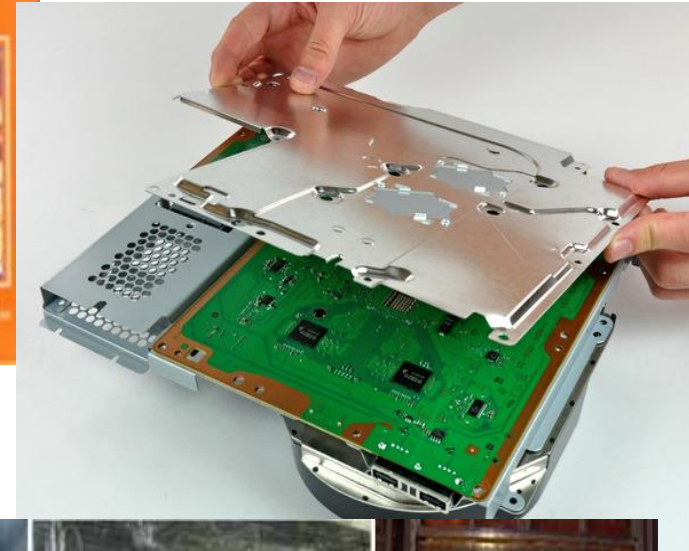
- ЭМС как фактор конкурентоспособности аппаратуры
- Проектирование многослойных печатных для перспективной быстродействующей аппаратуры
- Экранирование радиоэлектронной аппаратуры
- Мощный электромагнитный импульс как фактор воздействия на специальную аппаратуру и методы ее защиты
- Испытания и измерения в области ЭМС



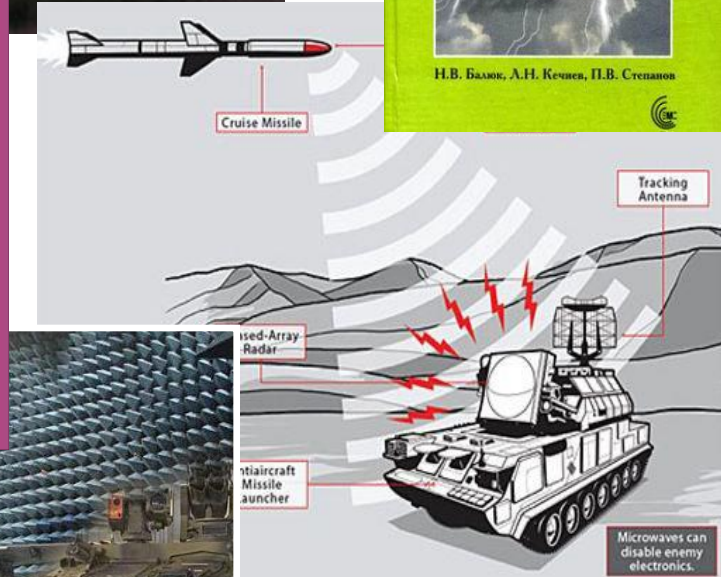
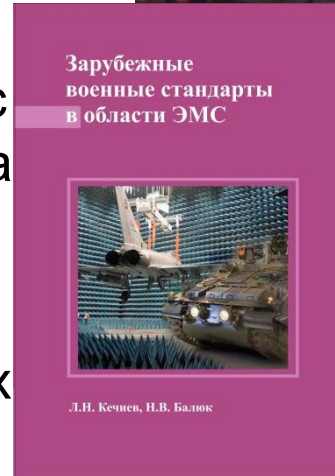
- Методы проектирования многослойных плат, обеспечивающих их работоспособность на высоких частотах
- Целостность сигнала
- Целостность питания
- Особенности проектирования дифференциальных плат
- Экранирование печатных узлов
- Технология и целостность сигнала



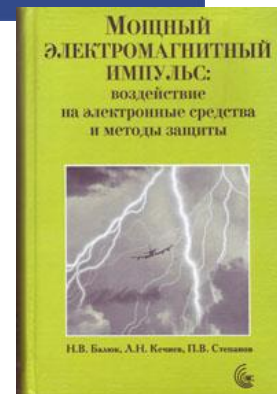
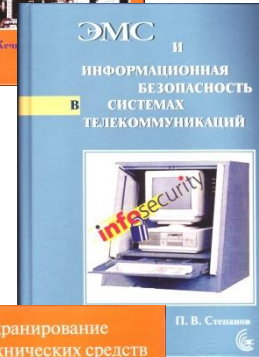
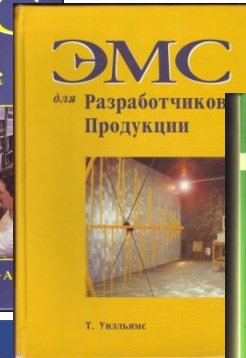
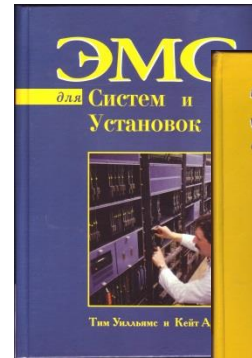
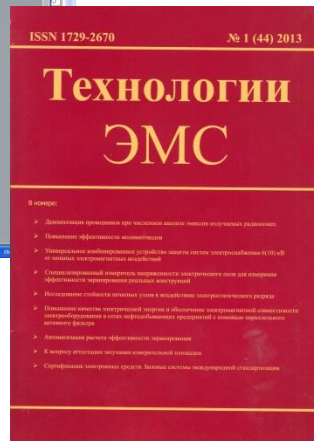
- Методы и средства создания электромагнитных экранов для защиты аппаратуры, ее узлов и систем от электромагнитных воздействий
- Методы проектирования экранов на уровне узлов, и аппаратуры
- Методы создания экранирующих помещений с целью обеспечения информационной безопасности

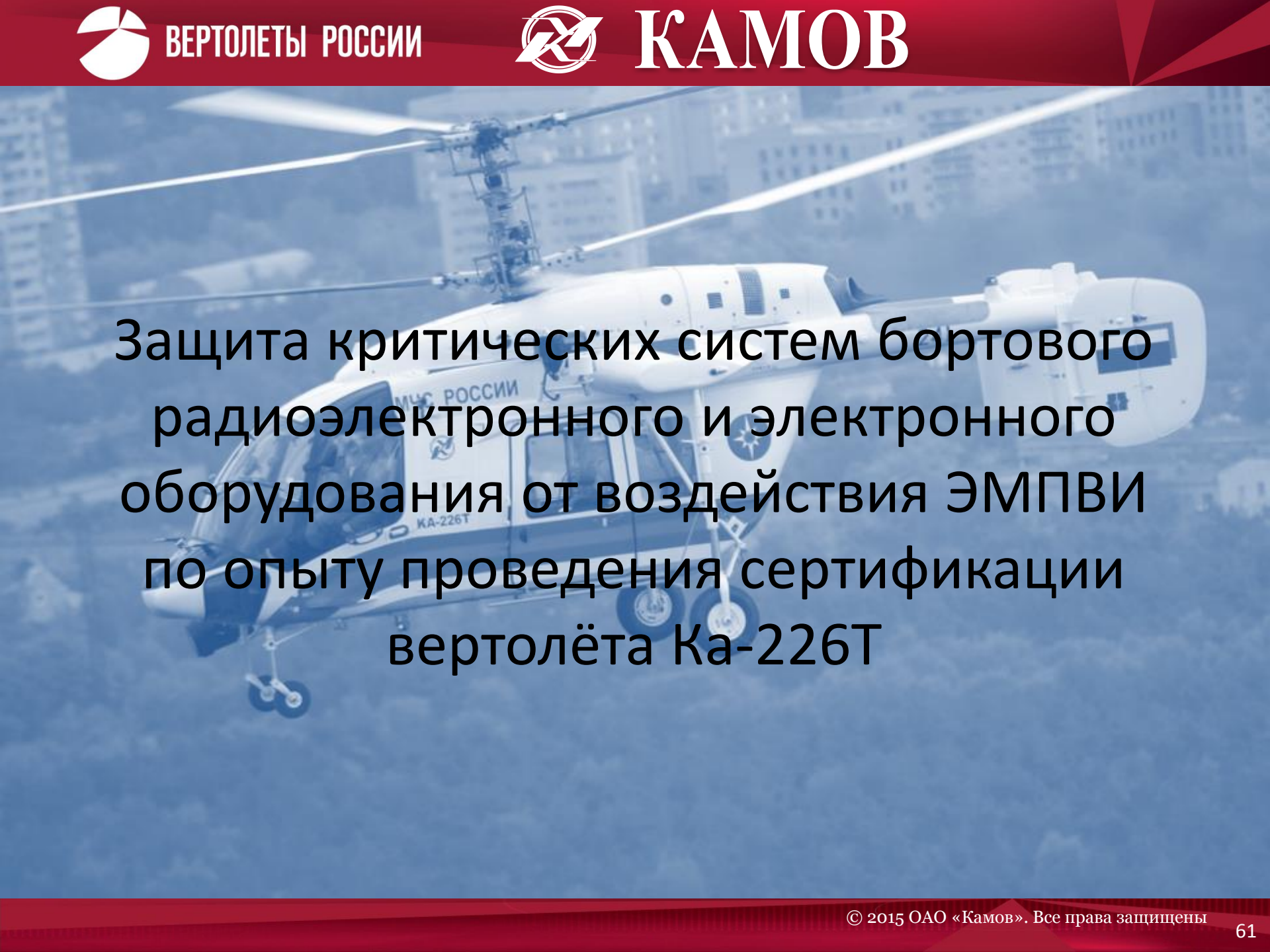


- Параметры мощных электромагнитных воздействий: молнии, электромагнитный импульс высотного ядерного взрыва
- Механизм воздействия на аппаратуру
- Методы защиты от мощных воздействий
- Электромагнитное оружие и защита от него
- Методы испытаний



- Стандарты по ЭМС
- Библиотека ЭМС (9 томов)
- Журнал «Технологии ЭМС»
- Конференция «ТехноЭМС». По нечетным годам, Москва
- Сайт журнала «Технологии ЭМС» emc-journal.ru





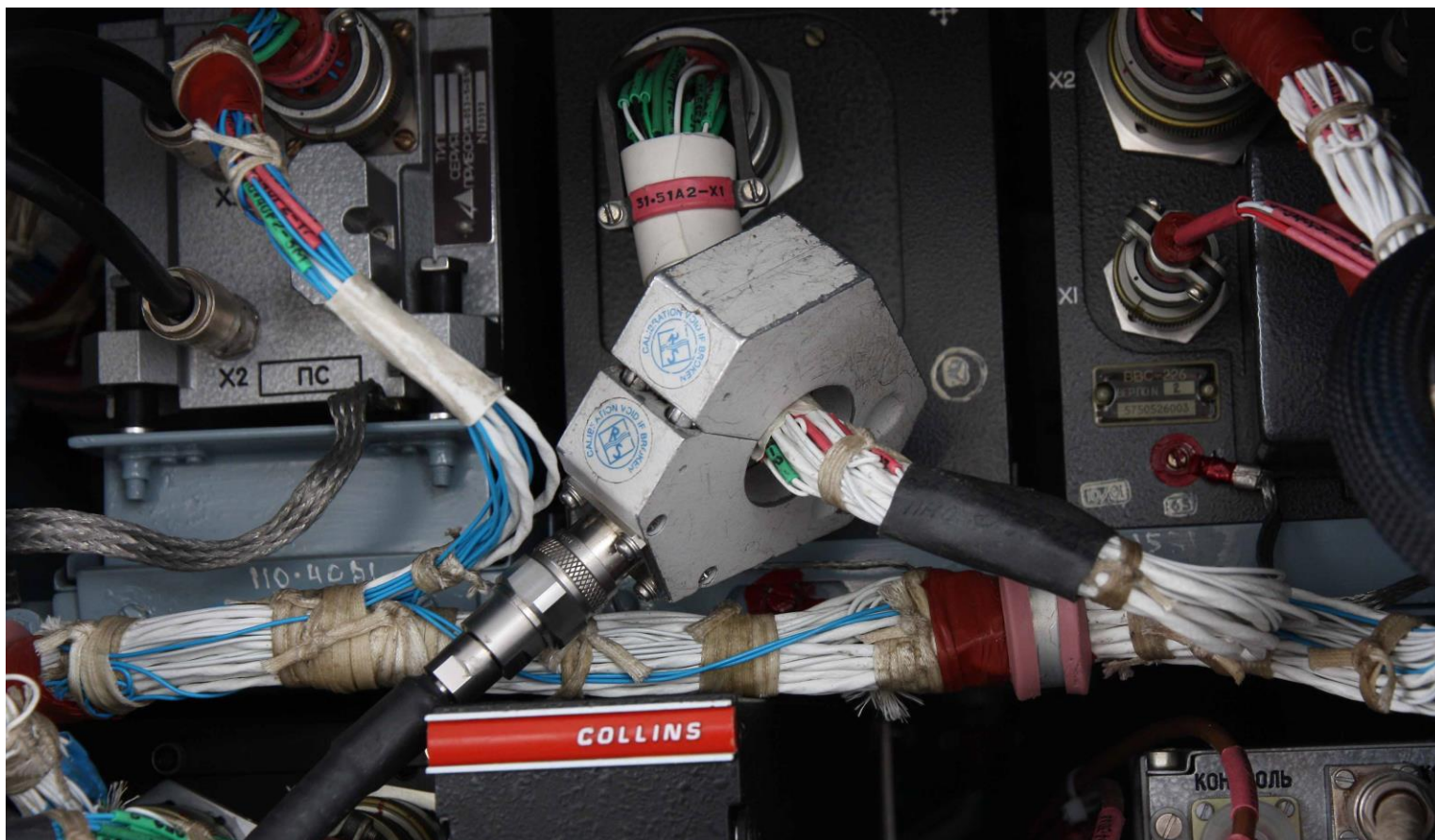
Защита критических систем бортового радиоэлектронного и электронного оборудования от воздействия ЭМПВИ по опыту проведения сертификации вертолётa Ка-226Т

Основные требования демонстрации соответствия вертолётa сертификационными правилами по стойкости к воздействию ЭМПВИ

- 1 Длительная сохранность функций, связанных с безопасным взлетом, полетом и посадкой в течение и после внешнего воздействия ЭМПВИ, т.е. системы вертолётa, которые исполняют функции, связанные с безопасным взлетом, рейсом, и посадкой, не отказывают, когда вертолёт находился в обстановке ЭМПВИ.
- 2 Функции, связанные с безопасным взлетом, полетом и посадкой не должны быть потеряны, когда вертолёт находился в жестких условиях ЭМПВИ.
- 3 Системы, выполняющие функции, связанные со способностью летного экипажа и вертолётa работать в течение и после неблагоприятных условий эксплуатации не должны отказывать до и после внешнего воздействия ЭМПВИ.

Критические системы вертолётa Ка-226Т

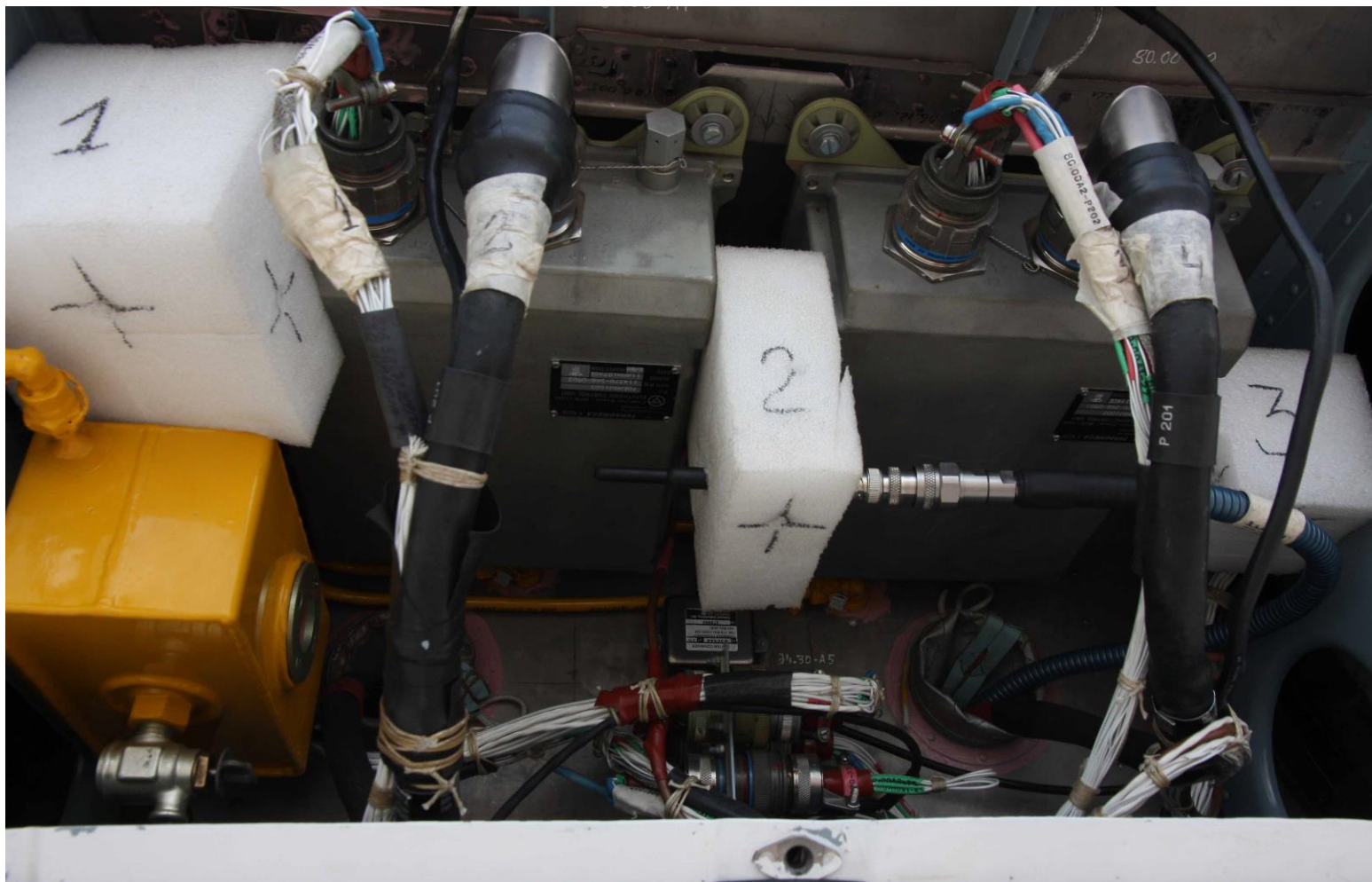
- Цифровые автоматические системы управления основными двигателями
- Датчик определения углового пространственного положения
- Авиагоризонт резервный
- Система электронной индикации (с одним индикатором ИМ-16 на левом рабочем месте)



Наводимые токи помех на жгуты проводов критических систем
измерялись токовыми клещами EZ-17.



Оценка КЭ в диапазоне частот 1-18 ГГц
с использованием рупорной антенны П6-23М



Оценка КЭ в отсеке FADEC

Лабораторные испытания критических систем на соответствие требованиям КТ-160D раздел 20



СЭИ-226-1 в камере РТЕМ-900, на переднем плане
контрольно-проверочная аппаратура

Основные выводы по результатам оценки соответствия вертолётa Ка-226Т требованиям сертификационного базиса в части стойкости к воздействию ЭМПВИ

Во-первых, необходимо учитывать, что защита бортового радиоэлектронного и электронного оборудования любого ЛА процесс творческий и требует активной работы не только разработчика ЛА, но и разработчика каждой из систем, стоящих на борту.

Во-вторых, защита бортового оборудования должна осуществляться комплексно, с учетом степени критичности, места размещения, возможностей по улучшению собственной защищенности, а также применения различных методов защиты.

В-третьих, необходима срочная организация базы данных по современным экранирующим материалам, применение которых позволит выполнять требования сертификационных базисов в части защиты от ЭМПВИ. Здесь же должны быть учтены возможности по импортозамещению.

В-четвертых, необходима организация параллельной работы по получению от ВИАМ разрешения на применение современных экранирующих материалов на борту ЛА.

В-пятых, методическая база оценки защищенности бортового оборудования от воздействия внешних ЭМПВИ недостаточна, как недостаточно и количество испытательных лабораторий, проводящих испытания.

Национальные стандарты РФ в области преднамеренных силовых электромагнитных воздействий

*Сухоруков С.А., доктор электротехники, член-корреспондент
Академии электротехнических наук РФ,
генеральный директор – главный конструктор ЗАО «ЭМСОТЕХ»
(г. Калуга)*

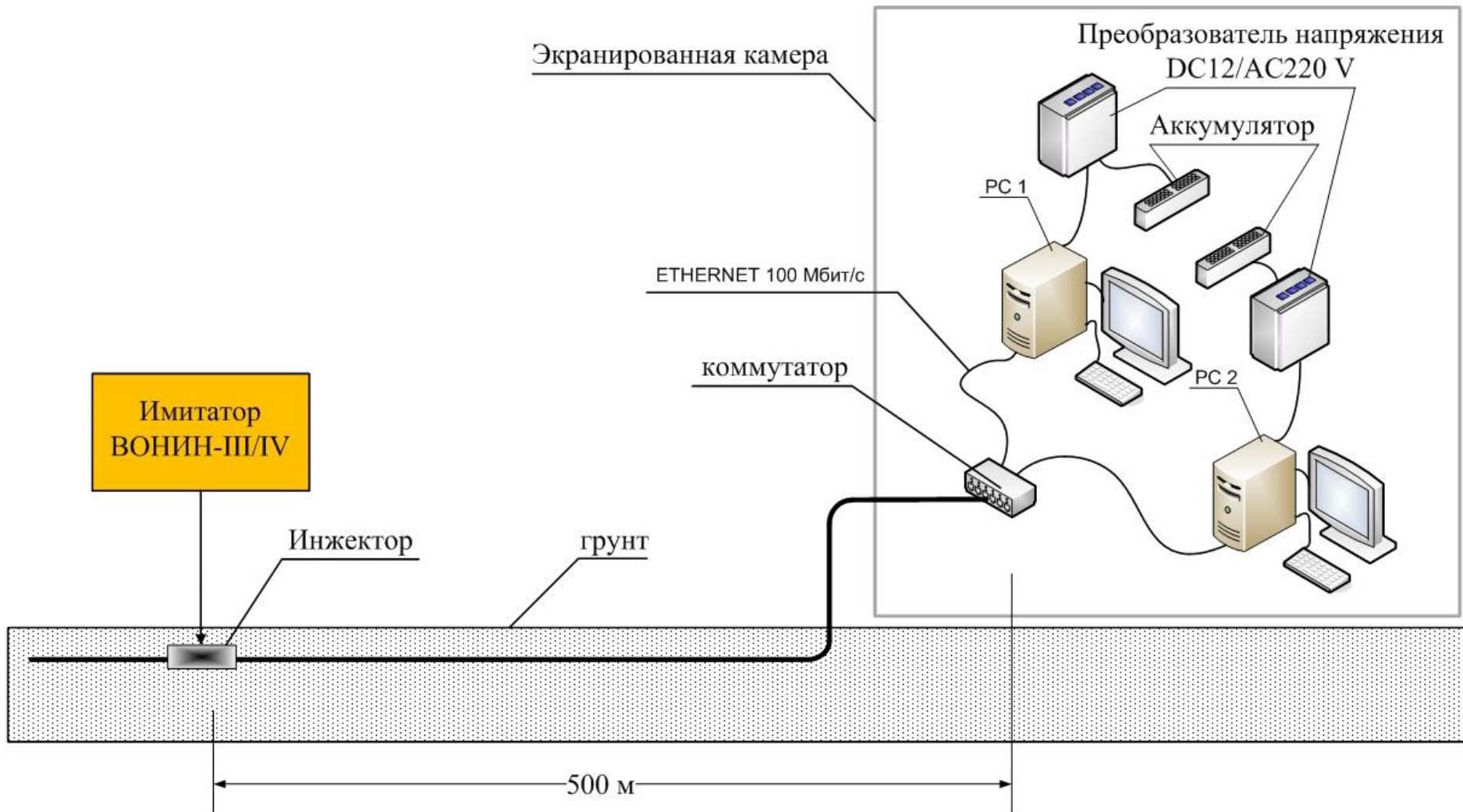
Система стандартов РФ в области преднамеренных силовых электромагнитных воздействий

- ГОСТ Р 52863-2007 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям. Общие требования», в 2007 году вступил в силу.
- **Вступают в силу с 01.07.2015:**
- ГОСТ Р 56093-2014 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования»;
- ГОСТ Р 56115-2014 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства защиты от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования».
- ГОСТ Р 56103-2014 «Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Организация и содержание работ по защите от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования».

Одним из наиболее опасных ПС ЭМВ являются высоковольтные однократные наносекундные импульсы напряжения

- Распространяются по длинному кабелю в форме продольной волны электрического заряда
- Металлический проводник кабеля является направляющей структурой, а электрический заряд распространяется в «чехле» из разреженной плазмы, окружающей проводник
- Для продольной волны электрического заряда, распространяющегося по электрически длинной линии, «телеграфные уравнения» перестают работать, например, передний фронт импульса обостряется к концу линии, а ток превышает расчетное значение (по волновому сопротивлению проводника линии) в сотни раз
- Уравнения Максвелла перестают работать, например, результаты расчета \mathbf{H} и \mathbf{E} по известному напряжению на участке линии и её волновому сопротивлению кардинально отличаются от данных измерений полей с помощью «рамки» и «штыря», тогда как датчик продольной волны электрического заряда дает правильный результат
- Это другая, новая электротехника

Эксперимент, в ходе которого одиночным импульсом через подземный экранированный кабель длиной 500 м была уничтожена локальная сеть



**Испытательное оборудование по требованиям ЭМС и
средства измерений качества электроэнергии НПП «Прорыв»
в свете тенденций развития международной и отечественной
нормативной базы**

Тухас В.А.,

д.т.н., Генеральный директор научно-производственного предприятия "Прорыв"

III Всероссийская НТК «Защита РЭА от ЭМИ. Испытания ТС на ЭМС»
20 мая 2015 г.

Средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий

В России с 01.07.2015 вводятся требования к средствам обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий (ГОСТ Р 56093-2014)

Нормируемые характеристики значения типовых параметров и типовые обозначения средств обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий по сети электропитания

№ п/п	Вид воздействия, типовое обозначение СОПС	Условие выдачи извещения о ПС ЭМВ
1	Перенапряжения большой длительности СОПС-С ЭП-1	Обнаружение перенапряжения с кратностью 1,5 и более, действующего более 1с
2	Низковольтные однократные миллисекундные импульсы напряжения СОПС-С ЭП-2	Обнаружение тока, превышающего номинальное значение потребляемого ТС АСЗИ тока на 2кА и более, при длительности воздействия 5-20мс и одновременном воздействии перенапряжения 500В и более
3	Высоковольтные однократные миллисекундные импульсы напряжения СОПС-С ЭП-3	Обнаружение тока, превышающего номинальное значение потребляемого ТС АСЗИ тока на 5кА и более, при длительности воздействия 0,1-2 мс и одновременном воздействии перенапряжения 2кВ и более
4	Комбинированные однократные импульсы напряжения(высоковольтные миллисекундные импульсы, наложенные на низковольтные миллисекундные импульсы) СОПС-С ЭП-4	Обнаружение тока, превышающего номинальное значение потребляемого ТС АСЗИ тока на 2кА и более, при длительном воздействии 5-20 мс и одновременном воздействии перенапряжения 500В и более, в сочетании с обнаружением тока, превышающего номинальное значение потребляемого ТС АСЗИ тока на 5кА и более, при длительном воздействии 0,1-2 мс и одновременном воздействии перенапряжения 2кВ и более
5	Высоковольтные периодические микросекундные импульсы напряжения СОПС-С ЭП-5	Обнаружение периодических импульсов напряжения с амплитудой более 5кВ на эквиваленте нагрузки 50 Ом, частотой осцилляций 0,2-1 МГц и частотой следования 0,1-10 кГц
6	Высоковольтные однократные наносекундные импульсы напряжения СОПС-С ЭП-6	Обнаружение однократных импульсов напряжения с амплитудой более 10кВ, длительностью 50-1000нс, на эквиваленте нагрузки 50 Ом
7	Высоковольтные периодические наносекундные импульсы напряжения СОПС-С ЭП-7	Обнаружение периодических импульсов напряжения с амплитудой более 10кВ на эквиваленте нагрузки 10 кОм, длительностью 10-100нс и частотой следования 0,1-10 кГц
8	Периодические импульсы тока короткого замыкания	Обнаружение периодических импульсов тока длительностью 0,1-1 мс и амплитудой более 0,5 кА, следующих с частотой 0,1...10 кГц

СИ «Прорыв-Т-А И»

СИ «Прорыв-Т-А И»
с датчиком тока

Модификация СИ «Прорыв»

Виды воздействий, регистрируемые различными модификациями СИ «Прорыв» (п.5.6, ГОСТ Р 56093-2014)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Страница конференции <http://www.test-expert.ru/news/detail.php?ID=894>
2. ЗАО «Тестприбор» <http://www.test-expert.ru/>
3. Новая инженерная школа <http://nesch.ru/>
4. Журнал «Технологии электромагнитной совместимости» <http://emc-journal.ru/>
5. НПП «Прорыв» <http://proryvnpp.ru/>
6. ЗАО «ЭМСОТЕХ» <http://emcotec.ru/>
7. ООО «ДМТ ТРЕЙДИНГ» <http://www.dmt.by/>
8. ФГУП «ВНИИФТРИ» <http://www.vniiftri.ru/index.php/ru/>

Спасибо за внимание!