

**Научно-исследовательский институт «Экран»**  
Россия, Самарская обл., г. Самара, проспект Кирова, д. 26, лит. «А»  
**Протокол измерений № 23 от 18 марта 2016 г.**

## **Введение**

В связи с широким применением различных средств мобильной связи с использованием электромагнитных полей (ЭМП) и волн (ЭМВ), остро встаёт вопрос о защите персонала (пользователей) от негативного воздействия их, как на различные органы и системы человека, так и на весь организм в целом.

## **Цели и задачи исследования**

Исследовать эффективность применения предложенных образцов плёночных экранов для ослабления электромагнитного поля и волн источников радиочастотного диапазона от 50 МГц до 8 ГГц. Дать количественные спектральные характеристики ослабления электромагнитного поля и волн предложенными плёночными экранами (Патент РФ на изобретение № 2192056).

С целью обеспечения объективного сравнения полученных данных проведены однотипные измерения спектров ослабления экранирующими металлическими (Al) фольгами соответствующих размеров и толщин, а также известного поглотителя объемного типа.

Исходные условия, при которых исследовательской группе не сообщались значения, а именно – толщина, топология, структура и материалы применённых проводящих и поглощающих элементов в конструкции экранов, сделать теоретические оценки спектральных характеристик ослабления предоставленных изделий невозможно. Априорно поляризационные свойства предложенных плёночных экранов неизвестны. Поэтому ниже предлагается специально разработанные нами методика и изготовленные два стенда для проведения измерения ослабления электромагнитного излучения при его прохождении от одной антенны (зонд 1) к другой антенне (зонд 2). На пути следования электромагнитного излучения (между антеннами) будут по очереди помещаться исследуемые плёночные экраны и фиксироваться изменения амплитудно-частотных характеристик ослабления принятого второй антенной электромагнитного излучения. Данная ситуация наиболее полно моделирует реальную картину переноса электромагнитного поля из антенны передатчика мобильного телефона в ткани головы человека.

## **Краткое описание**

**методики измерения ослабления ЭМ излучения при прохождении его между двух антенн**

### **Используемый прибор: Векторный анализатор цепей E-5071B фирмы «Agilent Technologie»**

- Уровень максимальной выходной мощности +10 dBm.
- Точность стабилизации уровня выходной мощности 0,001 dBm.
- Диапазон частот свипирования 300 кГц – 8500 МГц.
- Дискретность установки частоты 1 Гц.
- Выходной сигнал модулирован меандром частотой 100 кГц.

### **Измерительные антенны (зонды):**

- Две антенны (зонды) электрического типа (электрический «монополюс») идентичны друг другу и каждая из них представляет собой проволочный штырь длиной 25 мм из проволоки диаметром 1 мм. Запитываются коаксиальным кабелем с ферритовым запорным «стаканом».
- Две антенны (зонды) магнитного типа идентичны друг другу и каждая из них представляет собой кольцо диаметром 20 мм из проволоки диаметром 1 мм. Запитываются коаксиальным кабелем с ферритовым запорным «стаканом».
- Две антенны (зонды) электрического типа (электрический «монополюс») идентичны друг другу и каждая из них представляет собой проволочный штырь длиной 65 мм из проволоки диаметром 1 мм. Запитываются коаксиальным кабелем с ферритовым запорным «стаканом».

### Исследуемые объекты:

- Тонкоплёночный экран размером 30x30 мм (1 штука)  
Толщина, топология, структура и материалы возможных проводящих и поглощающих элементов в конструкции экрана неизвестны. Поэтому предварительные теоретические оценки характеристик такого изделия не проводились. Априорно поляризационные свойства неизвестны.
- Тонкоплёночный экран размером 15x45 мм (2 штуки)  
Толщина, топология, структура и материалы возможных проводящих и поглощающих элементов в конструкции экрана неизвестны. Поэтому предварительные теоретические оценки характеристик такого изделия не проводились. Априорно поляризационные свойства неизвестны, но они могут проявляться в виду явного различия длин сторон представленных образцов.

### Измерительный стенд:

- Включает в себя векторный анализатор цепей, измерительные антенны (зонды), оснащённые разъёмами SMA и кабелями для подключения к векторному анализатору цепей с СВЧ разъёмами типа «N», системой крепления антенн и исследуемых образцов. Измерительные антенны с кабелями оснащены поглощающими запорными стаканами из феррита, а пространство вокруг кабелей в зоне расположения антенн выстлано специальным поглощающим материалом.



Рис. 1. Измерительный стенд с измерительными антеннами электрического типа и установленным экраном 30x30 мм. Для обеспечения наглядности подключения антенн, поглощающие запорные стаканы из феррита, а так же специальный поглощающий материал в пространстве вокруг кабелей в зоне расположения антенн демонтированы.

Рис. 2. Полностью оснащённый измерительный стенд измерительными антеннами с кабелями и поглощающими запорными стаканами из феррита. Пространство вокруг кабелей в зоне расположения антенн выстлано специальным поглощающим материалом.

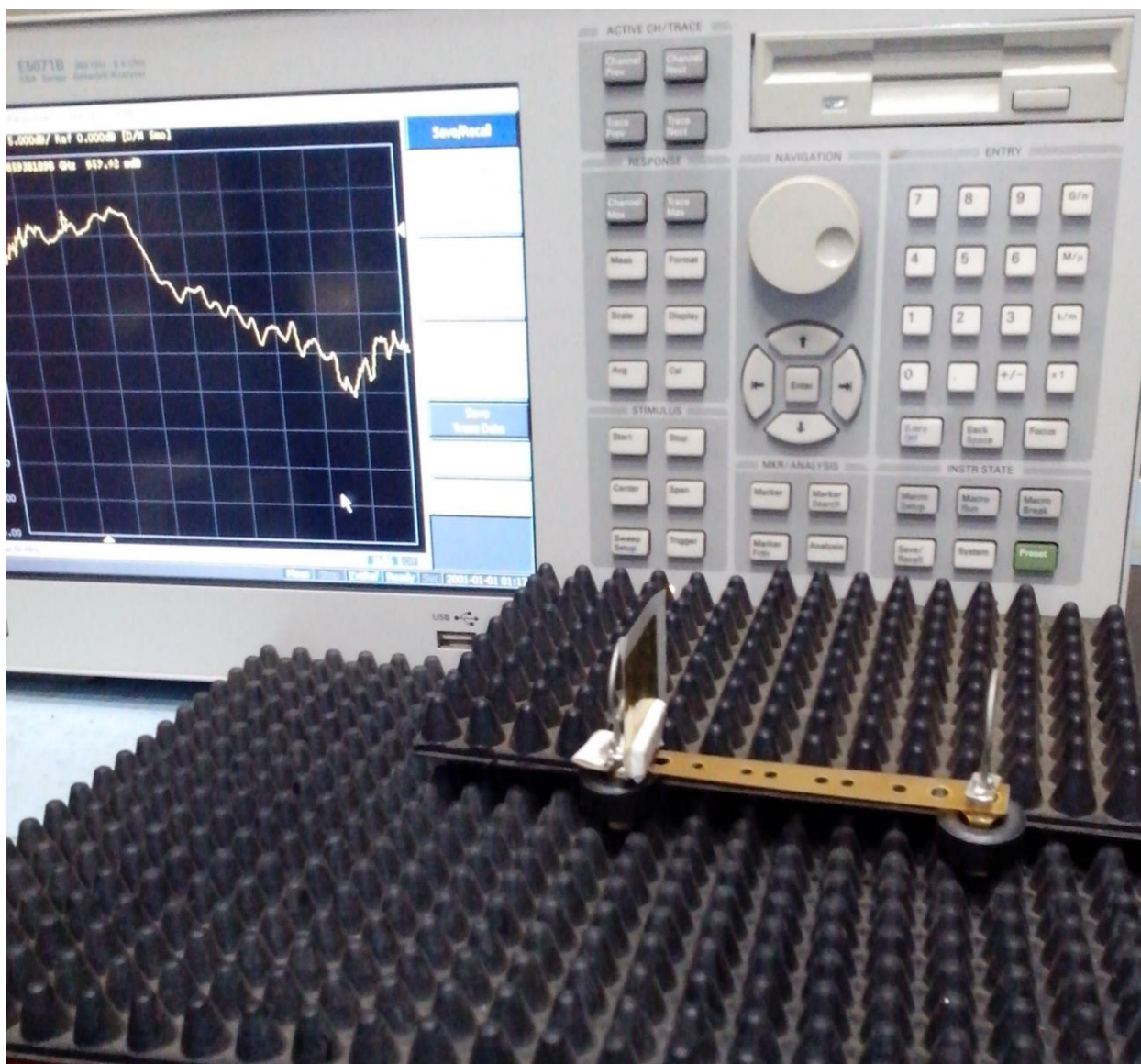


Рис.2. Измерительный стенд с измерительными антеннами магнитного типа и закреплённым исследуемым экраном с размерами сторон 30x30 мм.

### Параметры измерения

Измерения амплитудно-частотных характеристик ослабления проводились в диапазоне частот 50 МГц – 8,5 ГГц. Ширина полосы приема сигнала – 70 КГц. Фактор усреднения результатов – 16. При проведении всех измерений антенны запитывались коаксиальным кабелем с ферритовым запорным «стаканом». Для устранения влияния окружающих предметов и питающих кабелей на результаты измерения, все измерения проводились с обкладкой пространства специальным поглотителем электромагнитных волн. Антенны располагались друг от друга на расстоянии около 90 мм. Исследуемые образцы закреплялись между антеннами пенопластовым держателем на расстоянии 3 мм от плоскости антенны (зона ближнего реактивного поля). Все данные измерений приведённые ниже на графиках, представлены относительно нормированной амплитудно-частотной характеристики тракта «Антенна 1 – Антенна 2» в отсутствии каких-либо исследуемых образцов.

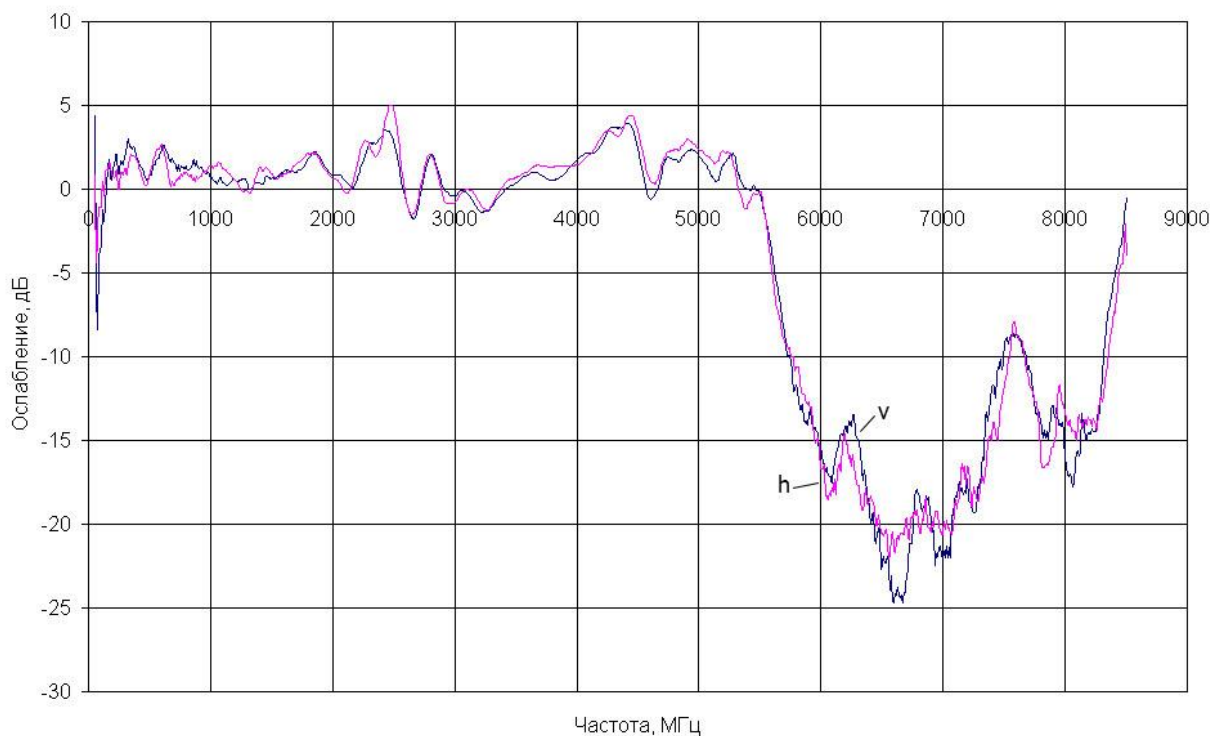


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика ослабления ЭМИ для экрана 30x30 мм (антенны – электрический «монополь» длиной 25 мм); v – для поляризации V; h - для поляризации H

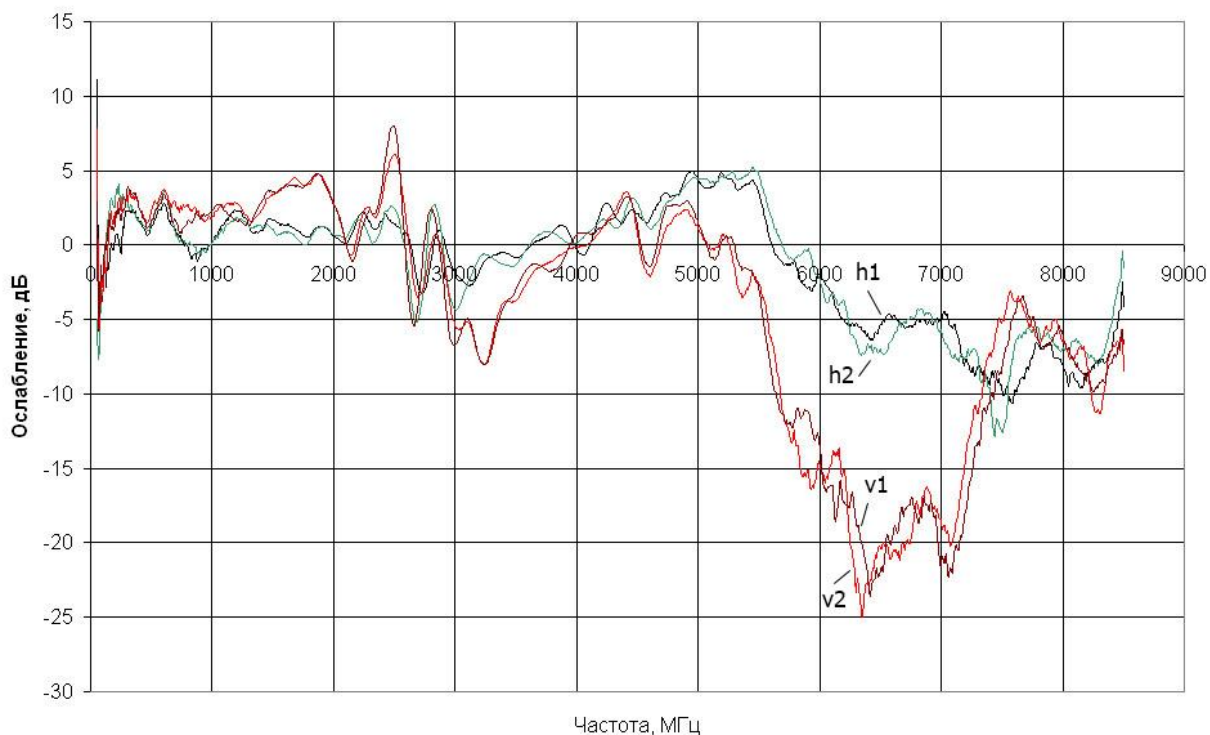


Рис. 4. Амплитудно-частотная характеристика ослабления ЭМИ для экрана № 1 и экрана № 2, имеющих размеры сторон 15x45 мм (антенны – электрический «монополь» длиной 25 мм); v1, v2 – для поляризации V; h1, h2 – для поляризации H (длинная сторона поперёк «монополя»)

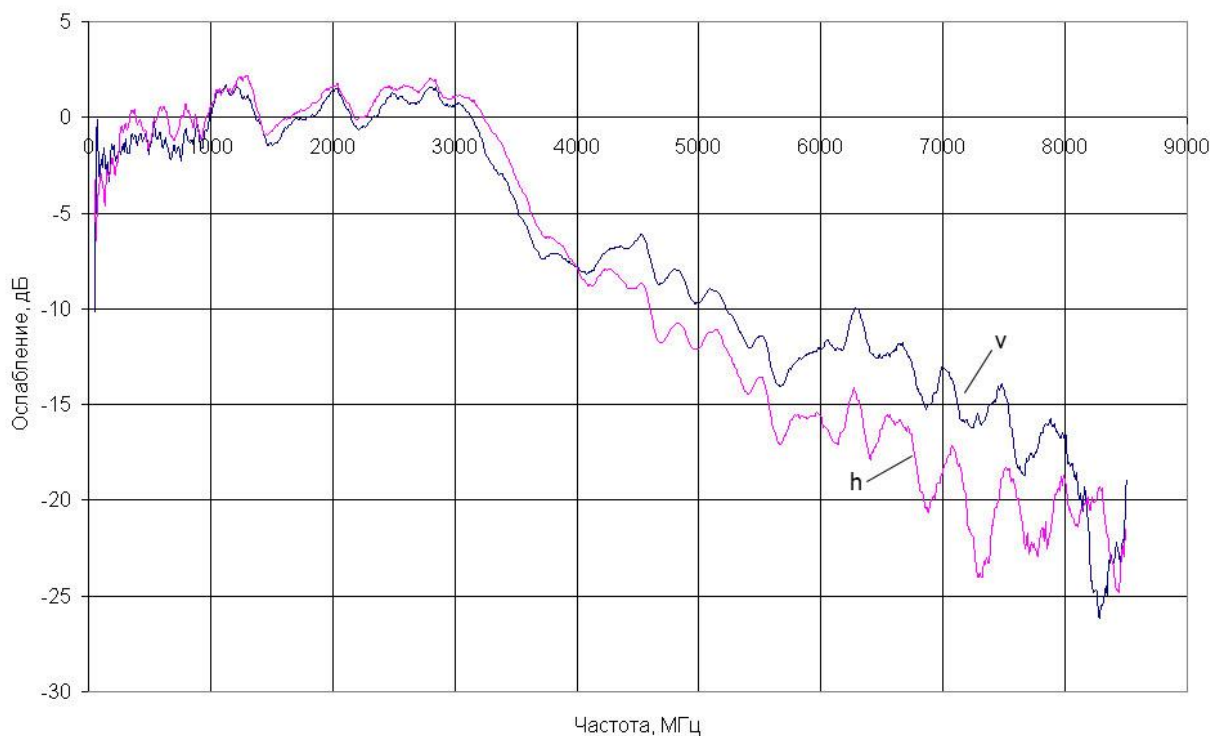


Рис. 5. Амплитудно-частотная характеристика ослабления ЭМИ для экрана 30x30 мм (антенны – кольцо диаметром 20 мм); v – для поляризации V; h – для поляризации H

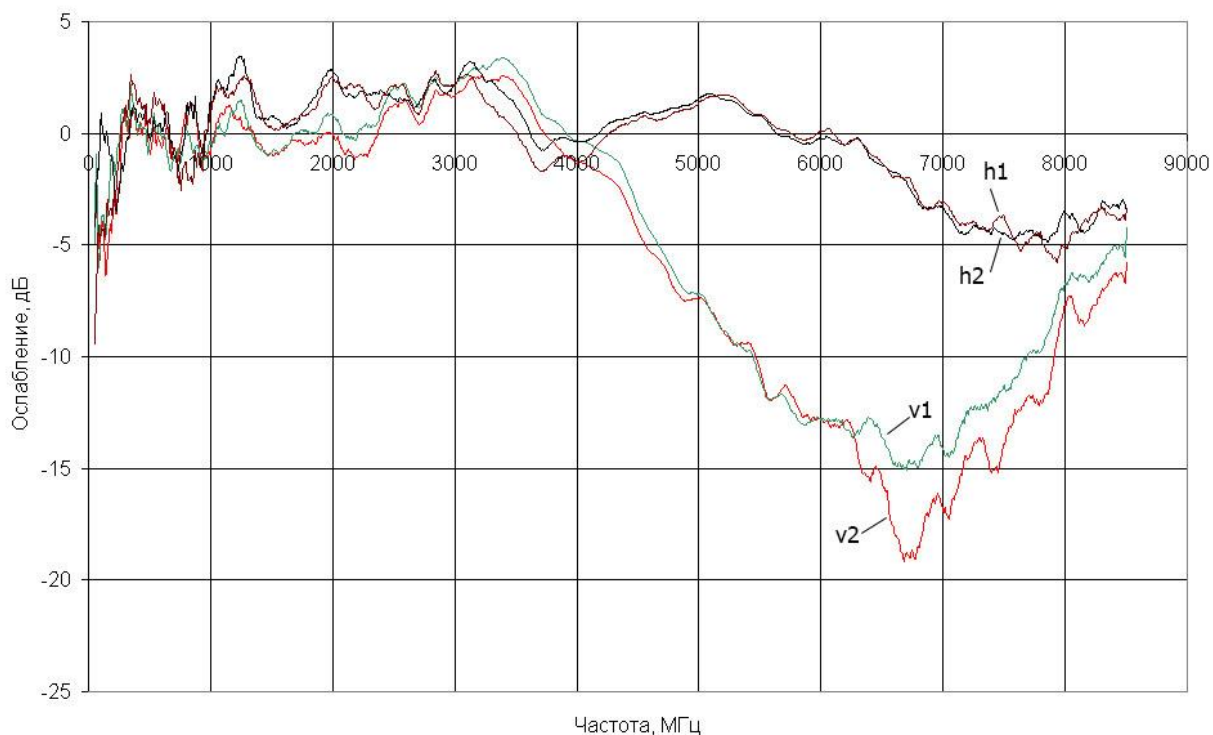


Рис. 6. Амплитудно-частотная характеристика ослабления ЭМИ для экрана № 1 и экрана № 2 15x45 мм (антенны – кольцо диаметром 20 мм); v1, v2 – для поляризации V; h1, h2 – для поляризации H

Также были проведены измерения амплитудно-частотных характеристик ослабления указанных выше экранов с размером «монополя» – 65 мм и расположением образцов экранов в зоне Френеля антенн. Измеренные значения ослабления для всех экранов оказались менее 0,1 дБ. Поэтому приводить графики амплитудно-частотных характеристик ослабления не имеет смысла.