

УДК: 621.317.7 + 37.874 + 004.056.5 + 621.391.82

СОЗДАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е.В. Вайц, доцент, кандидат технических наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана, vaitcev@yandex.ru

Р.А. Цой, аспирант, МГТУ им. Н.Э. Баумана, romabmstu@gmail.com

Е.А. Погорелко, студент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, pogorelko.egor@yandex.ru

А.М. Кузнецов, студент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, almkuznetsov@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос создания альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований основных технических средств и систем с целью выявления утечки информации за счёт побочных электромагнитных излучений. В целях изучения данного вопроса проанализированы требования к измерительным площадкам близких по методологии измерений государственных стандартов в области электромагнитной совместимости. На основе этого анализа и опыта проведения специальных исследований определены необходимые характеристики измерительной площадки, разработан перечень исходных требований к проекту на ее создание, создан один из возможных вариантов исполнения альтернативной измерительной площадки, соответствующей выработанным требованиям.

Ключевые слова: альтернативная измерительная площадка, специальные исследования, побочные электромагнитные излучения и наводки, безэховая экранированная камера.

THE CREATION OF ALTERNATIVE MEASURING SITE FOR SPECIAL ANALYSIS

E.V. Vaitc, R.A. Tsoy, E.A. Pogorelko, A.M. Kuznetsov

Abstract. The issue of creation an alternative measuring site for conducting special analysis of main technical means and systems through the composing emanation leakage channel is considered. The requirements for measuring sites of similar state standards in the field of electromagnetic compatibility are overviewed. Based on the research, the necessary characteristics of the measuring site were determined, the technical specifications for its creation was developed, and the final project of one of the possible versions of an alternative measuring site corresponding to the developed technical specification was created.

Keywords: alternative measuring site, special analysis, composing emanation, anechoic shielded chamber.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетие наблюдается повсеместная компьютеризация, увеличение числа окружающих нас электронных устройств, динамичное развитие микроэлектронной элементной базы радиоизмерительного и разведывательного оборудования, а также совершенствование технологий анализа электрических сигналов и электромагнитных полей. Поэтому актуальность проблемы корректной и всесторонней оценки защищенности информации, обрабатываемой техническими средствами, растет постоянно. В связи с этим возможности применяемых измерительных средств также должны возрастать, чтобы соответствовать новым вызовам, это касается как аппаратно-программных комплексов оценки защищенности информации, так и измерительной площадки, на которой проводятся специальные исследования.

Для решения задачи создания современной альтернативной измерительной площадки были проанализированы требования к измерительным площадкам близких по методологии измерений государственных стандартов в области электромагнитной совместимости, сформулирован обобщенный список минимально-достаточных условий, которым должен соответствовать проект альтернативной измерительной площадки, и разработан вариант его исполнения.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Альтернативная измерительная площадка (АИП) – измерительная площадка, характеристики которой отличны от характеристик открытой измерительной площадки (например, безэховая экранированная камера), удовлетворяющая требованиям к затуханию [1].

Экранированная камера (ЭК) – помещение, обладающее свойствами экранирования для разделения внутренней электромагнитной обстановки от внешней [2].

Безэховая экранированная камера (БЭК) – экранированная камера с поглощающим электромагнитные волны покрытием внутренних поверхностей [2].

С учетом современных требований к условиям проведения измерений рационально рассматривать реализацию АИП в варианте безэховой экранированной камеры. В связи с этим в рамках данной статьи термины АИП, БЭК, измерительная площадка будут использоваться равнозначно.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Обозначим основные параметры АИП, используемые для оптимизации ее характеристик:

$A1, A2, A3, m$ – геометрические размеры, длина, ширина и высота измерительной площадки;

$S_i, \text{дБ}$ – эффективность экранирования в исследуемом диапазоне;

$Z_i, \text{дБ}$ – затухание электромагнитных волн в исследуемом диапазоне;

$i, \text{МГц}$ – дискретная частота, на которой определяются значения S и Z .

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

$$\left\{ \begin{array}{l} A1 \rightarrow \min \\ A2 \rightarrow \min \\ A3 \rightarrow \min \\ S_i \geq S_{\min} \\ Z_i = Z_{\min} \pm 4 \text{ дБ} \\ i \in [0,01: 12000] \end{array} \right.$$

Значения S_{\min} , указанные в таблице 1 для каждого i , получены по результатам практики проведения специальных исследований в городских условиях. Требуемые значения Z_{\min} указаны в приложении Д [1].

Таблица 1

$i, \text{ МГц}$	$S_{\min}, \text{ дБ}$
0,01 – 0,1	40
0,1 – 0,5	50
0,5 - 1	60
1 - 30	70
30 - 1000	80
1000 - 6000	85
6000 - 12000	90

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

Размеры измерительной площадки могут варьироваться в широких пределах, в общем случае увеличение значений $A1$, $A2$, $A3$ повышает затухания электромагнитных волн Z , с другой стороны, оно ведет к возрастанию массы и стоимости БЭК, поэтому необходимо сформулировать ее минимально-достаточные размеры. Обозначим ограничения: минимальное расстояние от измерительного объема до стен и потолка должно быть не менее 1,5 м, измерительная антенна должна находиться на расстоянии 1 м от исследуемого технического средства (ТС), ТС должно размещаться на высоте 0,8 м от пола [1,3]. Диаметр поворотного стола, на котором размещается ТС, размер пассивной измерительной антенны примем равными 1 м во всех проекциях, высоту ТС примем равной 0,7 м [4]. Таким образом, получим:

$$A1 = 1,5 \text{ м} + 1,5 \text{ м} + 1 \text{ м} + 1 \text{ м} + 1 = 6 \text{ м} \quad (1)$$

$$A2 = 1,5 \text{ м} + 1,5 \text{ м} + 1 \text{ м} = 4,5 \text{ м} \quad (2)$$

$$A3 = 0,8 \text{ м} + 0,7 \text{ м} + 1,5 \text{ м} = 3 \text{ м} \quad (3)$$

ЭКРАНИРОВАНИЕ

В современной городской обстановке, насыщенной электронными приборами, трамвайными путями, линиями электропередач, станциями беспроводной связи, мобильными

телефонами, носимой электроникой и т.п., средний уровень фоновых электромагнитных шумов становится важнейшей характеристикой измерительной площадки. Эта характеристика непосредственно связана с эффективностью экранирования S . Соответственно для достижения необходимой точности измерений и повышения вероятности обнаружения слабых сигналов необходимо создание качественной ЭК, имеющей высокие значения S . В городских условиях необходима эффективность экранирования S , обеспечиваемая ЭК первого класса [5], т.е. свыше 100 дБ в наиболее интересном с точки зрения проведения специальных исследований диапазоне частот 30 МГц – 12 ГГц, т.е.

$$S_i \geq 100 \text{ дБ}, \quad i = 30 - 12000 \text{ МГц} \quad (4)$$

Такие характеристики с одной стороны относительно легко достижимы, а с другой позволяют получить достаточно низкий и стабильный уровень фоновых электромагнитных шумов при проведении измерений. При этом ЭК первого класса также будет удовлетворять требованиям к S_i для диапазона частот 10 кГц – 30 МГц, указанным в таблице 1 [5]. Описанные характеристики ЭК необходимы и достаточны для уменьшения величины минимальной зоны 2, которая может быть получена при проведении специальных исследований.

БЕЗЭХОВОСТЬ

Второй важной характеристикой измерительной площадки является безэховость, т.е. величина затухания сигнала в пространстве. Поскольку наличие ЭК не только изолирует внутренний объем площадки от внешних излучений, но и минимизирует затухание электромагнитных полей, излучаемых исследуемыми техническими средствами, т.е. снижает безэховость, то необходимо полное покрытие внутренних поверхностей радиопоглощающим материалом.

Радиопоглощающие материалы можно разделить на две основные группы: ферритовые поглотители, имеющие малый коэффициент отражения на низких частотах, и пирамидальные (клиновидные) композитные поглотители, свойства которых лучше проявляются на высоких частотах. Ферритовые и пирамидальные радиопоглощающие материалы как правило комбинируют для работы в широком диапазоне частот.

Ферритовые поглотители рационально использовать при измерениях в диапазоне частот до 30 МГц, на высоких частотах они проявляют экранирующие свойства. С учетом того, что наибольший интерес представляют частоты свыше 30 МГц, а стоимость и вес БЭК при ее покрытии ферритовыми пластинами вырастает приблизительно в 1,4 раза, установка ферритовых поглотителей нецелесообразна. Таким образом, логичным выбором становятся пирамидальные поглотители, при этом основным ограничением при их выборе является высота пирамиды, которая с учетом обозначенных размеров камеры не должна превышать

500 мм [1]. С другой стороны, практика показывает, что для достижения требуемых при проведении специальных исследований значений Z_i , необходимо чтобы радиопоглощающий материал обладал характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Диапазон частот, МГц	Коэффициент отражения, не более, дБ
1.	100 – 1000	-3
2.	1000 – 3000	-13
3.	3000 – 6000	-20
4.	6000 – 12000	-25

КОММУНИКАЦИИ

При проектировании АИП следует также обратить внимание на вопрос электроснабжения камеры. Внешние помехи могут проникать в камеру по цепям электропитания и шине заземления, поэтому для достижения требуемой эффективности экранирования необходимо, чтобы ввод цепей электропитания осуществлялся с помощью помехоподавляющих фильтров, которые должны обеспечивать не менее 60 дБ затухания электрических сигналов в цепях электропитания в диапазоне частот свыше 150 кГц, пропускать ток силой не менее 16 А и напряжением не менее 230 В.

В соответствии с [1] заземление измерительной площадки необходимо организовывать через независимый контур, сопротивление которого не превышает значение 4 Ом в любое время года. Таким образом, погонная длина шины заземления не должна превышать 20 – 30 м при использовании медного многожильного кабеля [4]. С учетом требований [6] системы заземление ЭК и измерительного оборудования должно быть предварительно развязаны через разделительный трансформатор.

Освещение измерительной площадки должно осуществляться лампами накаливания, т.к. любые другие осветительные приборы имеют в своем составе нелинейные элементы, регуляторы мощности или усилители, которые значительно повышают уровень фонового электромагнитного шума [7].

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

По результатам проведенного анализа требуемых характеристик, был создан проект БЭК, схема которого представлена на рисунке 1. При этом для удовлетворения обозначенных требований к эффективности экранирования необходимо, чтобы БЭК имела сборно-разборную конструкцию из стальных панелей толщиной не менее 2 мм, гальванически оцинкованных горячим способом, соединения экранирующих панелей друг с другом должны обеспечиваться за счет использования проволочной прокладки и болтовых соединений.

Вентиляционные отверстия должны быть снабжены экранирующими сотовыми решетками, дверные проемы необходимо оборудовать медно-бериллиевыми контактными пластинами.

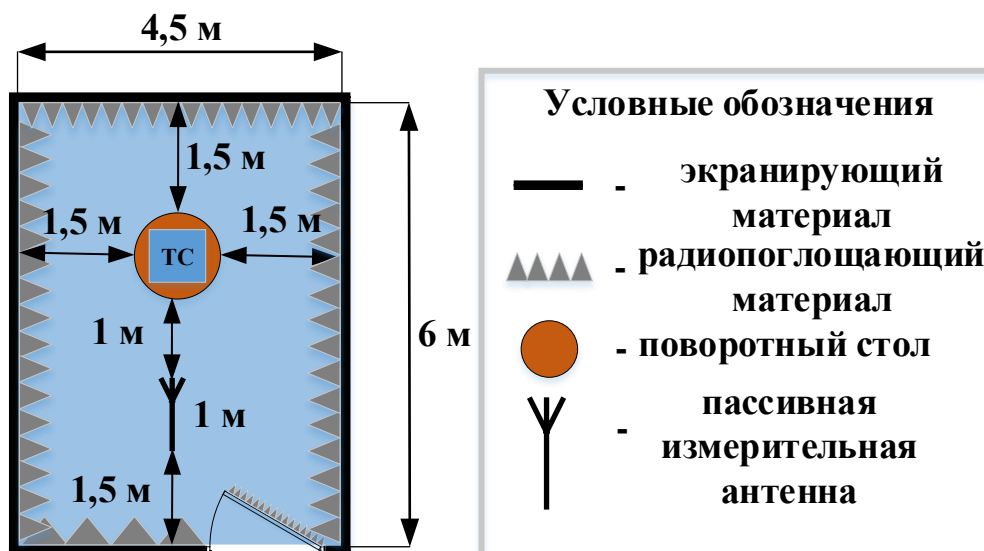


Рисунок 1. Схема альтернативной измерительной площадки

ВЫВОДЫ

В результате проделанной работы были проанализированы требования государственных стандартов, сформулированы основные требования к характеристикам, размерам и составу альтернативной измерительной площадки для проведения специальных исследований. Определены требования к конструкции ЭК, меры по организации электроснабжения и заземления БЭК. С учетом всех обозначенных требований разработана схема исполнения АИП в варианте БЭК.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51320-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные. Методы испытаний технических средств - источников промышленных радиопомех
2. ГОСТ 30372-95/ГОСТ Р 50397-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения
3. ГОСТ Р 51318.16.1.4-2008 (СИСПР 16-1-4:2007) Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1-4. Аппаратура для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости. Устройства для измерения излучаемых радиопомех и испытаний на устойчивость к излучаемым радиопомехам
4. Кондратьев А.В. Техническая защита информации. Практика работ по оценке основных каналов утечки. М.: Горячая линия-Телеком, 2016 – 304 с.
5. ГОСТ 30373-95/ГОСТ Р 50414-92 Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование для испытаний. Камеры экранированные. Классы, основные параметры, технические требования и методы испытаний
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 1.7 Заземление и защитные меры электробезопасности
7. ГОСТ Р 51318.15-99 (СИСПР 15-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от электрического светового и аналогичного оборудования. Нормы и методы испытаний