

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 05.08.2023 09:01

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eab0f754943d14a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2023 г.



УЛУЧШЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЗА СЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ

Методические указания
по выполнению лабораторной работы
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости и
управление радиочастотным спектром»

Курск 2023

УДК 654:004.7 (075.8)

Составители: И.Е. Мухин

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,
заведующий кафедрой космического приборостроения и систем связи
В. Г. Андронов

Улучшение электромагнитной совместимости за счет пространственного и поляризационного разделения сигналов: методические указания по выполнению лабораторной работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.Е. Мухин. – Курск, 2023. – 18 с.

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат краткие теоретические сведения о методах решения прикладных задач теории электромагнитной совместимости и управления радиочастотным спектром, задания для выполнения работ, а также перечень вопросов для самопроверки изучаемого материала.

Методические указания соответствуют учебному плану по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также рабочей программе дисциплины «Теория электромагнитной совместимости и управление радиочастотным спектром».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 23.08.2023. Формат 60x841/16.
Усл. печ. л. 0,4. Уч.-изд. л. 0,37. Тираж 100 экз. Заказ 771. Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1 Цель работы

- изучение методов улучшения электромагнитной совместимости.

2 Краткие теоретические сведения

Одним из методов улучшения электромагнитной совместимости в сложной системе, состоящей из множества ИП и РП, является пространственное и поляризационное разделение излучаемых и принимаемых сигналов. В качестве примера рассмотрим результаты улучшения ЭМС за счет пространственного разнесения источников и приемников излучения. Результаты были получены на основе лабораторной установки исследования основных параметров антенно-фидерных систем.

В ходе выполнения лабораторных работ исследовалась поляризация электромагнитного поля, излучаемого симметричным вибратором. Для этого использовалась схема, в которой одна из указанных антенн является передающей. В качестве приемной антенны в обоих случаях используется симметричный вибратор.

Функциональная схема экспериментальной установки с полуволновыми вибраторами приведена на рисунке 6.

В ее состав входят следующие элементы:

1) Передающая полуволновая антенна, представляющая собой полуволновый вибратор ($v1$, $v2$). Для создания однонаправленного излучения в антенне используется плоский экран $э1$ в виде круглого диска. Конструктивно антенна связана с симметрирующим и согласующим устройством с короткозамыкателем $кз1$. Симметричный вибратор подключается к внешним устройствам с помощью отрезка коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом, заканчивающегося разъемами $p1$, $p2$ типа СР50-164ФВ. Настройка антенны осуществляется путем изменения размеров b и l . Конструкция антенны допускает ее вращение вокруг оси симметрии (угол φ);

2) Приемная антенна - симметричный вибратор $v5$, $v6$ с плоским экраном $э2$ в виде круглого диска для создания однонаправленного излучения. Как и передающая эта антенна конструктивно связана с симметрирующим и согласующим устройством с короткозамыкателем $кз2$, настраивается путем

изменения размеров b и l и допускает вращение вокруг оси симметрии (угол φ);

3) Две диэлектрические штанги $дш1$ и $дш2$, на которых крепятся приемная и передающая антенны;

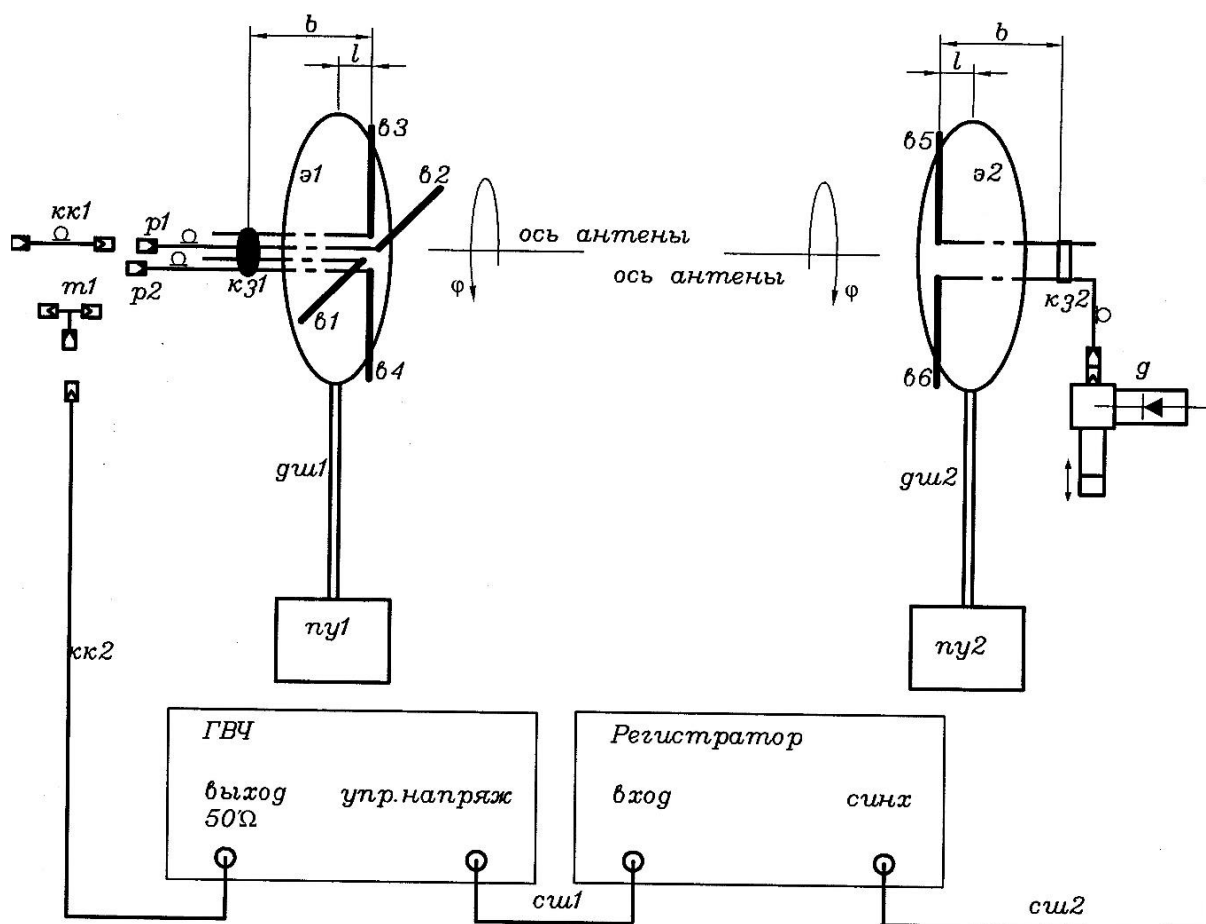


Рисунок 6 – Функциональная схема макета с двумя полуволновыми вибраторами

4) Два поворотных устройства $пу1$ и $пу2$ для регулировки углового положения антенн в горизонтальной плоскости;

5) Отрезок коаксиального кабеля $кк1$ с волновым сопротивлением 50 Ом, заканчивающегося разъемами типа СР50-164ФВ и СР50-163ФВ;

6) Волноводный тройник $т1$;

7) Генератор высокой частоты ГВЧ типа Г4-144 на диапазон (500-1000) МГц, который служит для питания передающей антенны. Подключение его к антенне осуществляется с помощью коаксиального кабеля $кк2$ с волновым сопротивлением 50 Ом;

8) Детекторная секция δ для измерения уровня принимаемой мощности;

9) Регистратор для измерения и индикации тока детекторной секции;

10) Соединительный шнур *см1* соединяющий детекторную секцию и регистратор;

11) Соединительный шнур *см2*, по которому синхронизирующий сигнал от регистратора поступает на вход ГВЧ.

Все кабели снабжены соответствующими разъемами СР50.

Методика улучшения ЭМС за счет пространственного разнесения диаграмм направленности антенн и математическая модель приведены ниже.

Установим произвольно длину плеча передатчика горизонтального полуволнового вибратора 120 мм.

Оптимальная частота излучения полуволнового вибратора рассчитывается по формуле (1):

$$f = \frac{c}{4L} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 120} = 765 \times 10^8 = 765 \text{ МГц} \quad (1).$$

Последовательно вращая поворотное устройство приемной антенны в горизонтальной плоскости, проведем замер относительного уровня, наведенного в приемной антенн напряжения. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замера относительного уровня, наведенного в приемной антенне напряжения.

| Угол поворота приемной антенны, град. | Относительный уровень наведенного напряжения в приемной антенне |
|---------------------------------------|---|
| 0 | 770 |
| +10 | 800 |
| +20 | 810 |
| +30 | 670 |
| +40 | 420 |
| +50 | 500 |
| +60 | 300 |
| +70 | 200 |
| +80 | 400 |
| +90 | 340 |
| -10 | 700 |
| -20 | 580 |

| Угол поворота приемной антенны, град. | Относительный уровень наведенного напряжения в приемной антенне |
|---------------------------------------|---|
| -30 | 390 |
| -40 | 180 |
| -50 | 60 |
| -60 | 20 |
| -70 | 60 |
| -80 | 100 |
| -90 | 110 |

По данным таблицы 1 строится график зависимости относительного уровня наведенного напряжения от угла поворота приемной антенны в горизонтальной плоскости (рисунок 1).

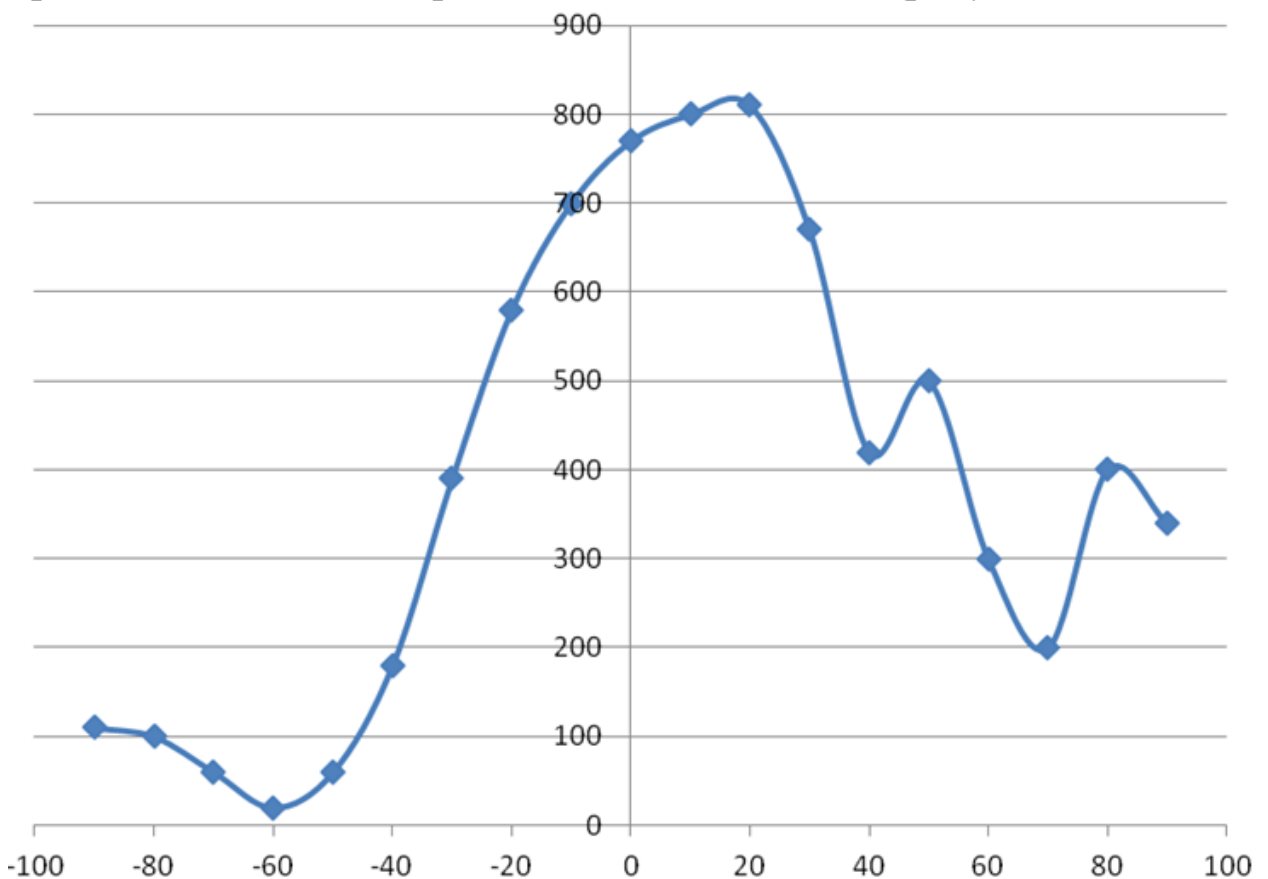


Рисунок 1 – Зависимость относительного уровня напряжения от угла поворота приемной антенны

Анализ представленной зависимости показал, что максимальное затухание на краях диаграммы приемной антенны составляет 32 дБ. Для обеспечения электромагнитной совместимости двух радиосредств, работающих на одной частоте,

достаточно обеспечить пространственное разнесение по азимуту и обеспечить как минимум 40 дБ разведя по направлению. Неравномерности относительного уровня напряжений от угла поворота приемной антенны обусловлены влиянием отражений радиоволн от стен лаборатории.

3 Контрольные вопросы

- 1) Перечислите методы улучшения электромагнитной совместимости.
- 2) Охарактеризуйте этапы выполнения лабораторной работы на установке.

Список литературы

1. Закарюкин, В. П. Электромагнитная совместимость и средства защиты: учебное пособие / В. П. Закарюкин, М. Л. Дмитриева, А. В. Крюков; под общ. ред. В. П. Закарюкина. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 248 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598053> (дата обращения: 15.05.2023). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
2. Куликова, Л. В. Основы электромагнитной совместимости: учебник / Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников. – Изд. 4-е, стер. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 405 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600138> (дата обращения: 15.05.2023). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
3. Кисель, Н. Н. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: учебное пособие / Н. Н. Кисель; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. – 174 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493064> (дата обращения: 18.05.2023). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.