Передающие линейные магнитные антенны для ВЧ диапазона (ЛМАВЧ)

Ляско Арий Борисович
Радиоинженер,
канд. физ.-мат. наук, Ph.D.
E-mail: lyasko.ariy@mail.ru

1. В лабораторных условиях в герметичной оболочке представлен на Фото.1.

внешний вид модели ЛМА№ 5ВЧ, рассчитанная на подводимую к ней мощность порядка

Фото.1

300 Ватт. С целью проведения её лабораторных испытаний на фланце в её средней части размещены три ВЧ коаксиальных разъёма. Диаметр оболочки 5 см, а длина её — 70 см. Данная модель создана для Первого 1.8 МГц радиолюбительского диапазона. При её испытаниях она была установлена над металлической поверхностью на высоте примерно 1 м на поворотном устройстве (см. Фото.3) вне лабораторного помещения на расстоянии примерно 10 м и на одном и том же уровне (около 4 м) от поверхности земли. На Фото. 2

Фото.2.

представлен вид используемого при её испытании оборудование: а) в нижней слева части передняя панель антенного поворотного устройства (АПУ), б)в верхней центральной части передняя панель источника питания (ИСН) стабилизированного 12 В напряжения постоянным током до 30 А, используемого трансивера типа ИС-7300, находящегося с права от него, в) с лева от ИСН размещён четырёх канальный 12 бит АДП виртуальный осциллограф- анализатор частотного спектра типа АКИП-4110/1, г) в низу в центральной над ИСН часи можно видеть переднюю панель измерителя ВЧ Мощности и КСВ (ИМ+КСВ) (для частоты с 0.5 МГц и для трёх переключаемых значений пределов измерения мощности; а) свыше 6 Ватт до 20 Ватт, б) до 200 Ватт, в) до 2 Кило Ватт) и др. устройства.

Фото.3

2. В настоящей работе автор излагает результат, осуществленного 13 Июля с.г. собственноручно испытания модели ЛМА№ 5 ВЧ при ориентации её продольной оси, как это можно видеть на Фото. 3 в «Юго-Восточном» -«Западно-Северном» направлении. Коаксиальный 20 м ВЧ кабель типа RG-213 с разъёмами на концах типа PL-259 с выходного ВЧ разъёма (ИМ+КСВ) подсоединён к расположенному в центральной части соответствующего типа разъёму на торцовой поверхности оболочки модели ЛМА№ 5ВЧ, тогда как входной разъём (ИМ+КСВ) соединён с одним из разъёмов измерительной коробки (ИК), предназначенной для измерения ВЧ тока, протекаемого по данному силовому кабелю в направлении модели ЛМА№ 5 ВЧ, посредством измерения падения напряжения Urt на калиброванном 1% сопротивлении Rt=0.05 Ом, соединённом последовательно в цепи центральной жилы данного силового кабеля. Падения напряжения Urt через ВЧ разъём ИК типа BNC по 60 см ВЧ коаксиальному кабелю типа RG-58 поступает на четвёртый канал измерителя АКИП-4110/1. Тогда как на первый канал АКИП-4110/1 поступает ВЧ сигнал через 20 м коаксиальный типа RG-58 кабель с одного из типа BNC разъёмов на торцовой поверхности оболочки модели ЛМА№ 5 ВЧ (см. Фото.1). По этому кабелю снимается падение напряжения Urta с 1% калиброванного сопротивления Rta=0.2 Ом, включённого последовательно в цепь протекания тока Ia по обмотке соленоида «возбуждения» (ОСВ) продольного магнитного потока в теле

ЛМА№ 5 ВЧ с вторичной обмотки согласующего трансформатора СТ№ 6, находящегося, как и резонансный конденсатор Со внутри герметичной её оболочки. Резонансный конденсатор Со, вторичная обмотка СТ, Rta и ОСВ соединены последовательно, образуя антенную резонансную цепь тока «возбуждения» Ia. Силовой коаксиальный кабель типа RG-213, упомянутый выше, собственно питает ВЧ напряжением первичную обмотку СТ№ 6. Второй из BNC разъёмов с торцовой поверхности оболочки модели ЛМА№ 5 ВЧ (см. Фото.1) для измерения ВЧ напряжения на выходе вторичной Обмотки СТ№ 6. В лаборатории в качестве одной из приёмных антенн была использована передающая модель ЛМА№ 3ВЧ. На Фото.4 представлен вид этой модели в герметичной оболочке. С правого торца её ВЧ разъём через 2м коаксиальный кабель типа RG-58 подсоединён ко второму каналу измерителя АКИП-4110/1. Третий его канал подсоединён посредством ВЧ 25 м коаксиального типа RG-58 кабеля с разъёмом типа BNC с концом аналогичного кабеля с одно витковой петлёй вокруг внешней оболочки модели ЛМА№ 5ВЧ в близи торца её конца (размещение одно витковой петлёй вокруг внешней оболочки можно видеть на левом конце ЛМА№ 5ВЧ на Фото.1) для измерения напряжения обратной связи Uret.

Фото.4.

3. При создании ВЧ моделей передающих ЛМА вынуждены проверять с помощью Измерителей Антенны цепей (ИАЦ) основные их параметры, как КСВ, |Z|, R, X. На Фиг.1 представлен вид кривой КСВ для модели ЛМА№ 5ВЧ на конце подсоединённого к ней коаксиальный 20 м ВЧ кабель типа RG-213 (в момент её расположения вне лабораторного помещения, как это можно видеть на Фото.3(с помощью ИАЦ типа АА-54. На Фиг.2. и Фиг.3 приведены аналогичные кривые для Модели ЛМА№ 3ВЧ, несмотря, что эта модель в данных исследованиях используется как приёмная антенна излучения модели ЛМА№ 5ВЧ на частоте 1.844 МГц.

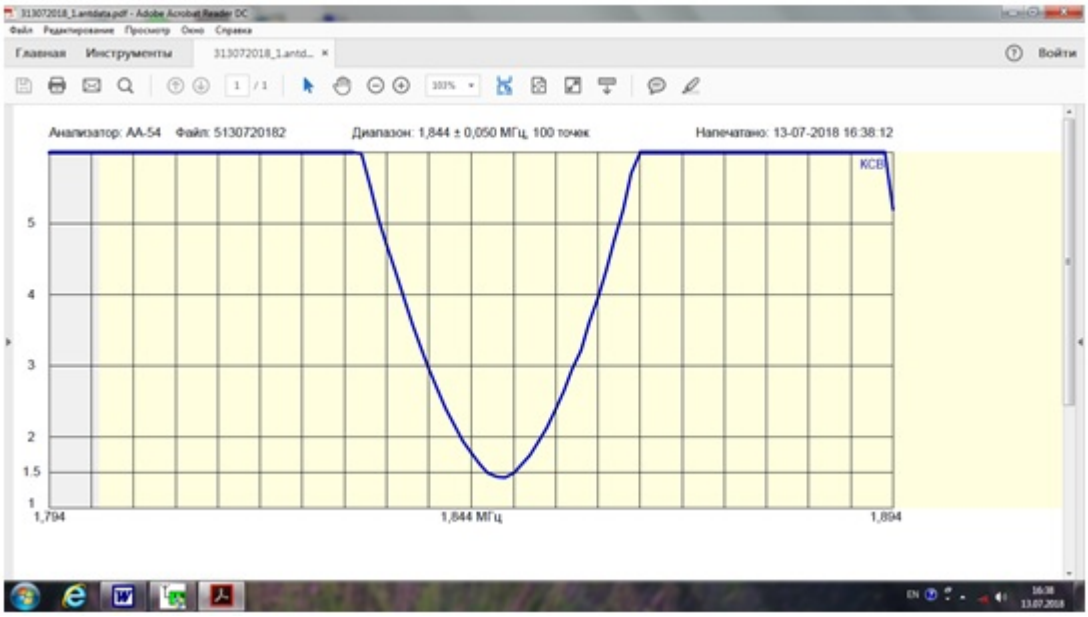
4. Суть описанного испытания Модели ЛМА№ 5ВЧ. Автор поставил своей целью определить уровень ***Напряжённости Электрической составляющей электромагнитного поля*** на высоте порядка ***1 м*** от земной поверхности пересечённой местности с обширным насаждением лиственных деревьев и кустарников на дистанции равной конца границы «Ближней зоны» (для частоты 1.844 МГц ***равной 26 м***) при ***излучении лишь частоты сущей моделью ЛМА№ 5ВЧ*** (см. **Фото.2 и Фото.6**) 30% максимума выходной мощности (порядка 100 Ватт) трансивера **IC7300**. При установке следующего его режима работы: вид излучения ***RTTY на f=1.844 МГц с фильтром № 3 (250 Гц).***

Измерение напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля осуществлялось посредством портативного измерителя типа ***АКИП-4210/3,*** изображённого . с лева на Фото.5. При этом фиксировались основные параметры в контрольных точках режим контрольной и силовой аппаратуры, размещённой на расстоянии примерно 10 м от установи модели ЛМА№ 5, расположенной на ПАУ вне в лабораторном помещении. На Фиг 4 и Фиг.5. приведены кривые с временными характеристиками и спектральной плотностью сигналов, зарегистрированных измерителем АКИП-4110/1 в контрольных точках:

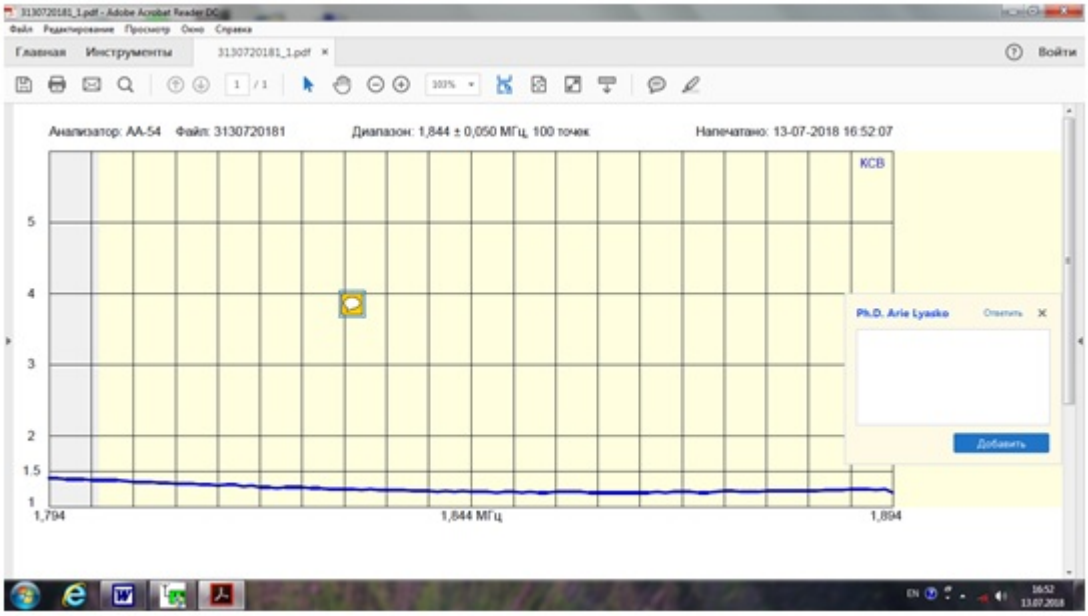
Фото.5

ICOM
HF/50MHz TRANSCEIVER IC-7300
TUNE
TX
RTTY
FIL3
12:24
1.844.00
VFO A
11
0.00
NOTCH
NR
RF/SQL
RIT
SPLIT
XFC
TX/RX
AUTO TUNE
MENU
FUNCTION
M.SCOPE
QUICK
EXIT
SPEECH

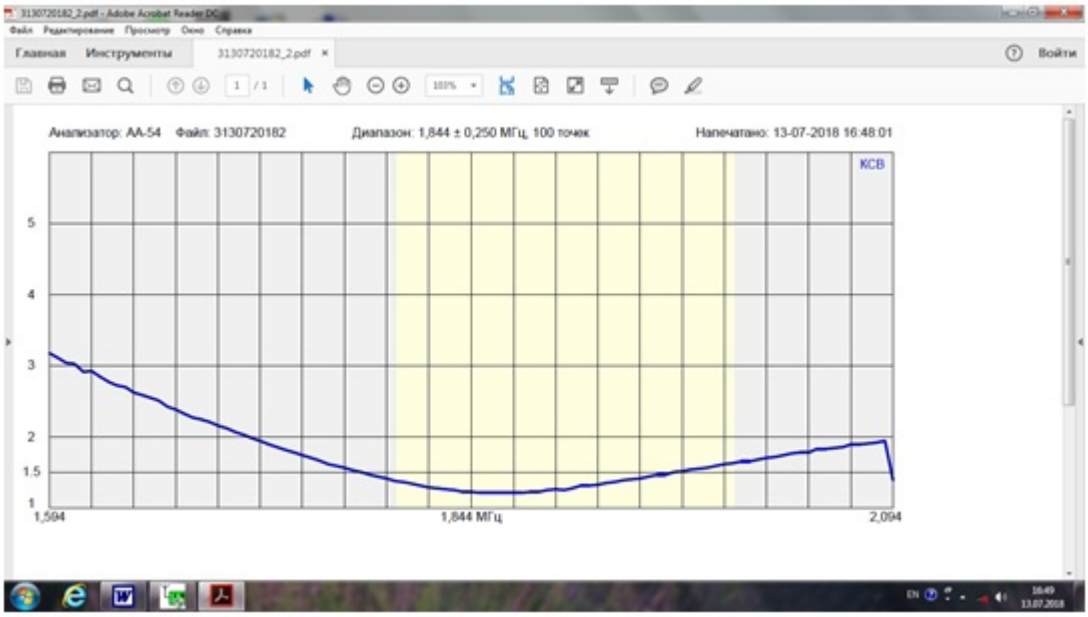
Фото.6


Анализатор: АА-54 Файл: 5130720182
Диапазон: 1,844 ± 0,050 МГц, 100 точек
Напечатано: 13-07-2018 16:38:12
КСВ
5
4
3
2
1.5
1
1,794
1,844 МГц
1,894

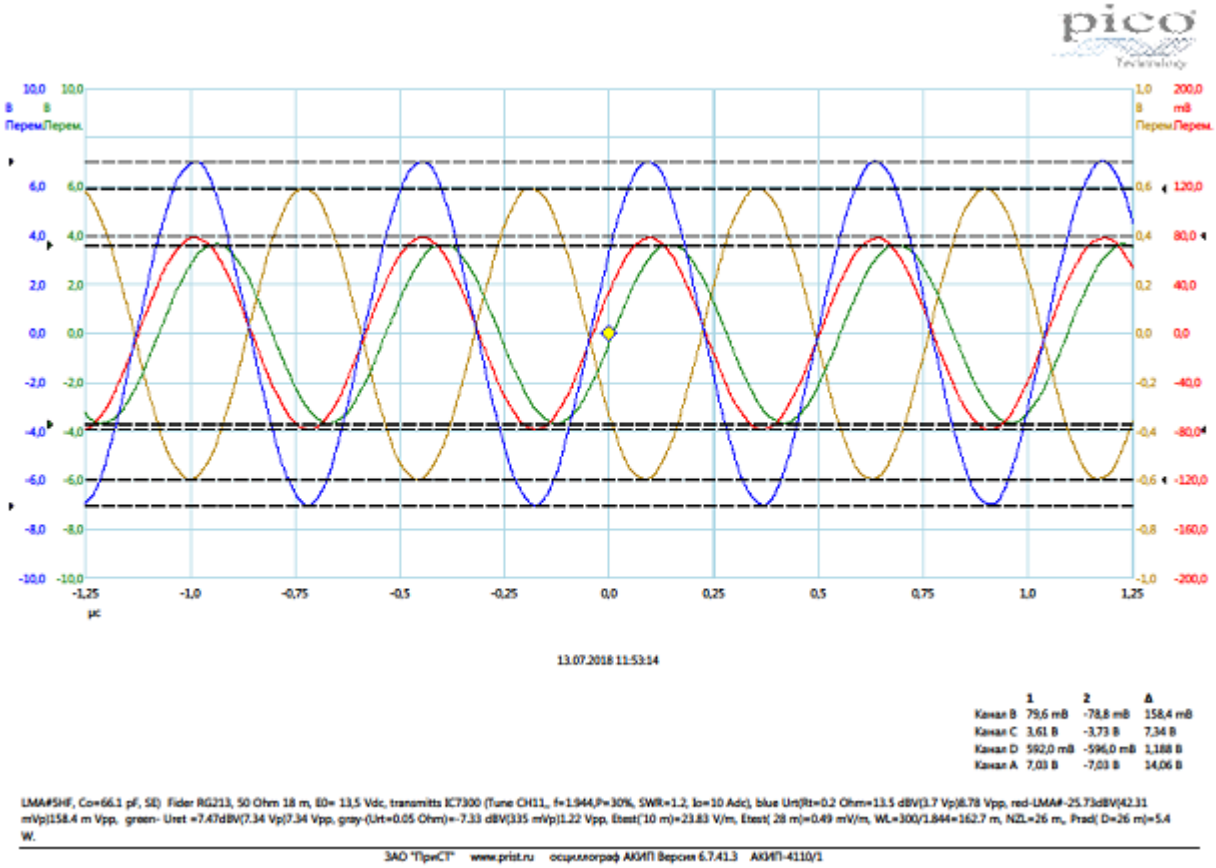
Фиг.1


Анализатор: АА-54 Файл: 3130720181
Диапазон: 1,844 ± 0,050 МГц, 100 точек
Напечатано: 13-07-2018 16:52:07
КСВ
5
4
3
2
1.5
1
1,794
1,844 МГц
1,894
Ph.D. Arie Lyasko
Добавить

Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4.

а) это падение напряжения Urta (Канал А — синего цвета кривая), б) напряжение ULMA#3(10 м), зарегистрированное моделью ЛМА№ 3 (Канал В-красного цвета кривая), в) это напряжение с петли обратной связи Uret (Канал С- кривая зелёного цвета) и г) падение напряжение Urt.

На Фиг.6 приведена кривая спектральной плотности сигнала на выходе активной приёмной рамочной антенны типа МДФ930х, внешний вид которой представлен на Фото.5, полученная с помощью виртуального измерителя типа АКИП-2205А, вид которого на Фото.5 в верху справа. На Фото.5 справа тк же слева на треноге можно видеть измеритель ***АКИП-4210/3,*** перед

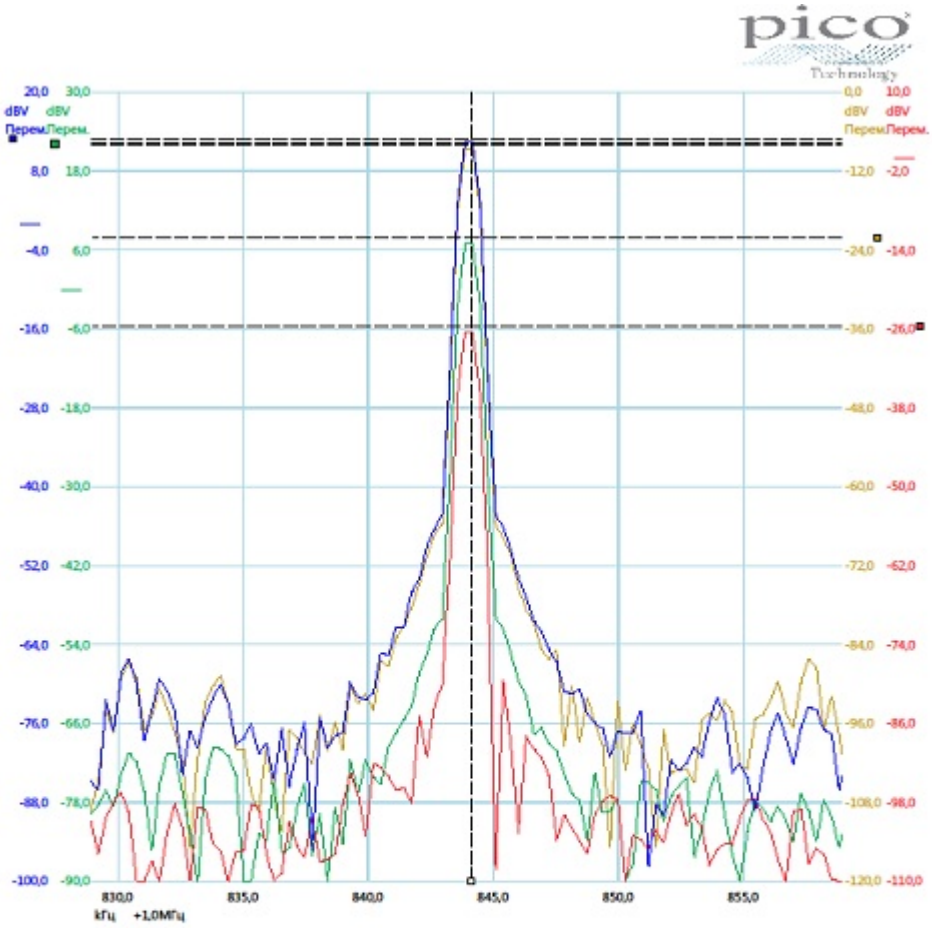
производством измерений вне лабораторного помещения измерялся уровень электрической и магнитной составляющих в лабораторном помещении.

5. В нижней текстовой части Фиг.4, 5, 6 приведены автором измеренные значения величин сигналов в контрольных точках и величины расчёта некоторых параметров на базе этих измерений.

В частности, можно было определить величину тока Ia=3.47 В/0.2 Ом=17.5 А, и величину тока в кабеле на выходе трансивера In=0.294 В/ 0.05 Ом=5.9 А. На основе показаний ИМиКСВ мощность на входе силового кабеля составила величину 24 Ватт при КСВ=1.15 При этом Электрическая составляющая напряжённости электромагнитного поля на дистанции 26 м (в конце Ближней зоны) составила величину 0.49 В/м. Поэтому можно считать, что ЛМА№ 5ВЧ излучила порядка 5 Ватт.

Не вдаваясь в подробности, можно утверждать, что ***фактическая излучаемая эквивалентная длина Модели ЛМА№ 5ВЧ с учётом типа материала её магнитопровода и диэлектрических параметров внутренних деталей на данной частоте не менее чем в 4 раза больше физической длины её магнитопровода (67 см), что составляет длину не менее 2.7 м.***

Измерения показали, что внутри помещения на расстоянии порядка 10 м рядом с аппаратурой контроля и трансивером регистрируется уровень электрической составляющей порядка ***25 В/м***. Поэтому автор не мог в данном случае увеличивать мощность, находясь рядом, на выходе трансивера выше 30% его выходной мощности. Это вынуждает автора использовать при управлении трансивером предназначенные для этой модели дистанционного управления с ПК устройства и программы дистанционного управления, например с точки измерения уровня Электрической составляющей напряжённости ВЧ излучения от передающей антенны.



13.07.2018 12:01:51

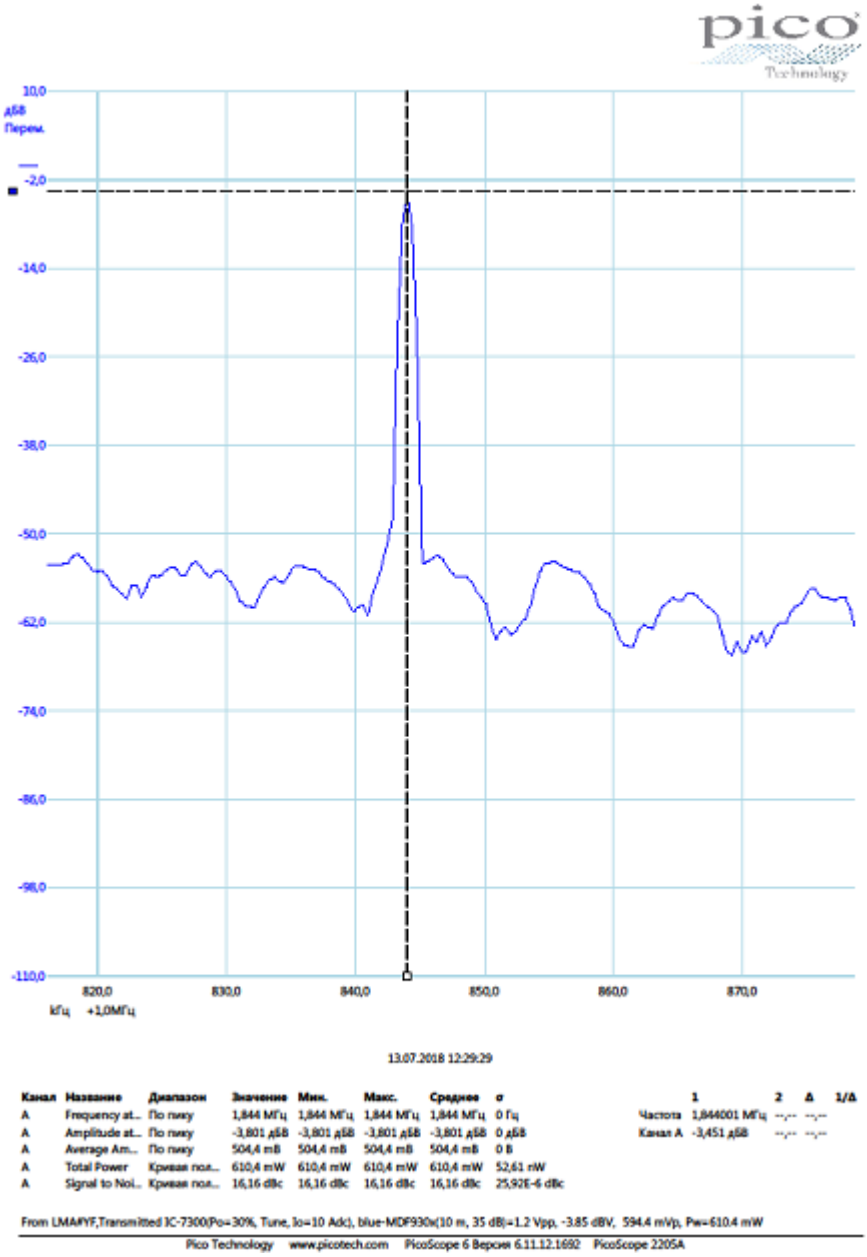
Канал	Название	Диапазон	Значение	Мин.	Макс.	Среднее	σ
A	Frequency at Peak	По пику	1,844 МГц	1,844 МГц	1,844 МГц	1,844 МГц	0 Гц
A	Amplitude at Peak	По пику	12,58 dBV	12,58 dBV	12,58 dBV	12,58 dBV	0 dBV
A	Average Amplitude at Peak	По пику	3,474 В	3,474 В	3,474 В	3,474 В	0 В
B	Amplitude at Peak	По пику	-26,38 dBV	-26,38 dBV	-26,38 dBV	-26,38 dBV	0 dBV
B	Average Amplitude at Peak	По пику	39,17 mВ	39,17 mВ	39,17 mВ	39,17 mВ	0 В
C	Amplitude at Peak	По пику	6,949 dBV	6,949 dBV	6,949 dBV	6,949 dBV	0 dBV
C	Average Amplitude at Peak	По пику	1,817 В	1,817 В	1,817 В	1,817 В	0 В
D	Amplitude at Peak	По пику	-8,714 dBV	-8,714 dBV	-8,714 dBV	-8,714 dBV	0 dBV
D	Average Amplitude at Peak	По пику	299,4 mВ	299,4 mВ	299,4 mВ	299,4 mВ	0 В

	1	2	Δ	1/Δ
Частота	1,844 МГц	--,--	--,--	
Канал B	-25,6 dBV	--,--	--,--	
Канал C	22,2 dBV	--,--	--,--	
Канал D	-22,2 dBV	--,--	--,--	
Канал A	13,0 dBV	--,--	--,--	

LMA#5HF, Co=66.1 pF, SE) Fider RG213, 50 Ohm, 20 m, E0= 13,5 Vdc, transmitts IC7300 (Tune CH11,, f=1.944,P=30%, SWR=1.2, Io=10 Adc), blue Urt(Rt=0.2 Ohm=13.5 dBV(3.7 Vp)8.78 Vpp, red-LMA#-25.73dBV(42.31 mVp)158.4 m Vpp, green- Uret =7.47dBV(7.34 Vp)7.34 Vpp, gray-(Urt=0.05 Ohm)=-7.33 dBV(335 mVp)1.22 Vpp, Etest(10 m)=23.83 V/m, Etest(28 m)=0.49 mV/m, WL=300/1.844=162.7 m, NZL=26 m,, Prad(D=26 m)=5.4 W.

ЗАО "ПриСТ" www.prist.ru осциллограф АКИП Версия 6.10.12.2 АКИП-4110/1

Фиг.5


pico
Technology
10,0
дБВ
Перем.
-2,0
-14,0
-26,0
-38,0
-50,0
-62,0
-74,0
-86,0
-98,0
-110,0
820,0
830,0
840,0
850,0
860,0
870,0
кГц +1,0МГц
13.07.2018 12:29:29
Канал Название Диапазон Значение Мин. Макс. Среднее σ
A Frequency at... По пику 1,844 МГц 1,844 МГц 1,844 МГц 1,844 МГц 0 Гц
A Amplitude at... По пику -3,801 дБВ -3,801 дБВ -3,801 дБВ -3,801 дБВ 0 дБВ
A Average Am... По пику 504,4 mВ 504,4 mВ 504,4 mВ 504,4 mВ 0 В
A Total Power Кривая пол... 610,4 mW 610,4 mW 610,4 mW 610,4 mW 52,61 nW
A Signal to Noi... Кривая пол... 16,16 dBc 16,16 dBc 16,16 dBc 16,16 dBc 25,92E-6 dBc
1 2 Δ 1/Δ
Частота 1,844001 МГц --,-- --,--
Канал A -3,451 дБВ --,-- --,--
From LMAFYF,Transmitted IC-7300(Po=30%, Tune, Io=10 Adc), blue-MDF930x(10 m, 35 dB)=1.2 Vpp, -3.85 dBV, 594.4 mVp, Pw=610.4 mW
Pico Technology www.picotech.com PicoScope 6 Версия 6.11.12.1692 PicoScope 2205A

Фиг.6.