
Передающие линейные магнитные антенны для ВЧ диапазона (ЛМАНВЧ)

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 ЛМАН[№] 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 радилюбительского 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 АКП-4110/1, г) в низу в центральной над ИСН часы 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 ЛМАН[№] 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 торцевой поверхности оболочки модели ЛМАН[№] 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 ЛМАН[№] 5 ВЧ, посредством измерения падения напряжения U_{rt} на калиброванном 1% сопротивлении $R_t=0.05$ Ом, соединённом последовательно в цепи центральной жилы данного силового кабеля. Падения напряжения U_{rt} через ВЧ разъём ИК типа BNC по 60 см ВЧ коаксиальному кабелю типа RG-58 поступает на четвёртый канал измерителя АК ИП-4110/1. Тогда как на первый канал АК ИП-4110/1 поступает ВЧ сигнал через 20 м коаксиальный типа RG-58 кабель с одного из типа BNC разъёмов на торцевой поверхности оболочки модели ЛМАН[№] 5 ВЧ (см. Фото.1). По этому кабелю снимается падение напряжения U_{rt} с 1% калиброванного сопротивления $R_{ta}=0.2$ Ом, включённого последовательно в цепь протекания тока I_a по обмотке соленоида «возбуждения» (ОСВ) продольного магнитного потока в теле

ЛМАН[№] 5 ВЧ с вторичной обмотки согласующего трансформатора СТ[№] 6, находящегося, как и резонансный конденсатор C_0 внутри герметичной её оболочки. Резонансный конденсатор C_0 , вторичная обмотка СТ, R_{ta} 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 торцевой поверхности оболочки модели ЛМАН[№] 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 ЛМАН[№] 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 АК ИП-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 ЛМАН[№] 5ВЧ вблизи торца её конца (размещение одно витковой петлёй вокруг внешней оболочки можно видеть на левом конце ЛМАН[№] 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 KCB, $|Z|$, R, X. На Фиг.1 представлен вид кривой KCB для модели ЛМАН[№] 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 ЛМАН[№] 3ВЧ, несмотря, что эта модель в данных исследованиях используется как приёмная антенна излучения модели ЛМАН[№] 5ВЧ на частоте 1.844 МГц.

4. Суть описанного испытания Модели ЛМАН[№] 5ВЧ. Автор поставил своей целью определить уровень на высоте порядка от земной поверхности пересечённой местности с обширным насаждением лиственных деревьев и кустарников на дистанции равной конца границы «Ближней зоны» (для частоты 1.844 МГц) при (см. **Фото.2** и **Фото.6**) 30% максимума выходной мощности (порядка 100 Ватт) трансивера **IC7300**. При установке следующего его режима работы: вид излучения

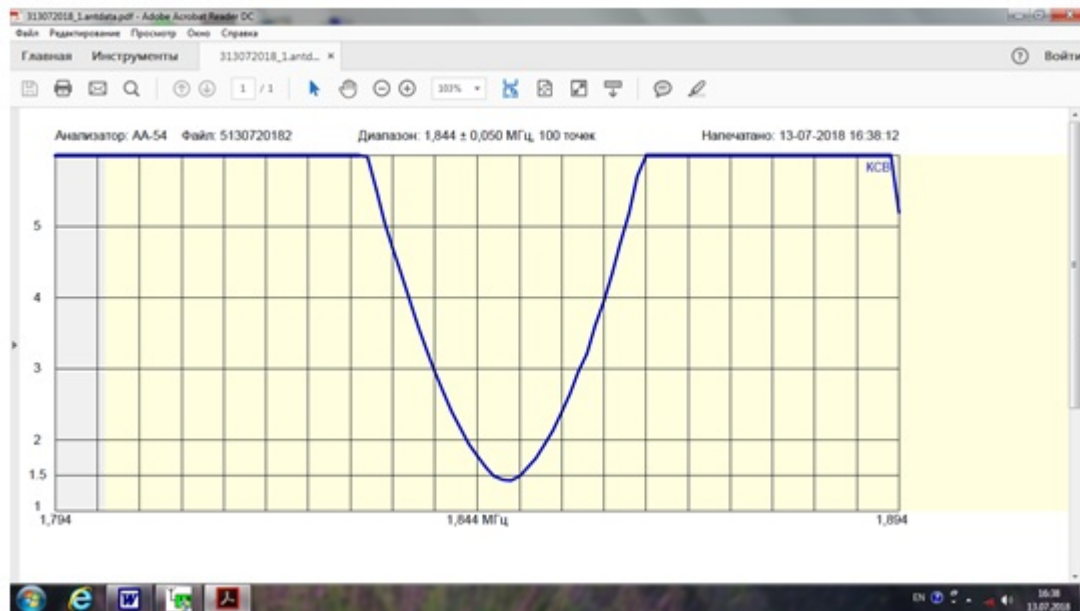
Измерение напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля осуществлялось посредством портативного измерителя типа изображённого . с лева на Фото.5. При этом фиксировались основные параметры в контрольных точках режим контрольной и силовой аппаратуры, размещённой на расстоянии примерно 10 м от установи модели ЛМАН[№] 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 АК ИП-4110/1 в контрольных точках:



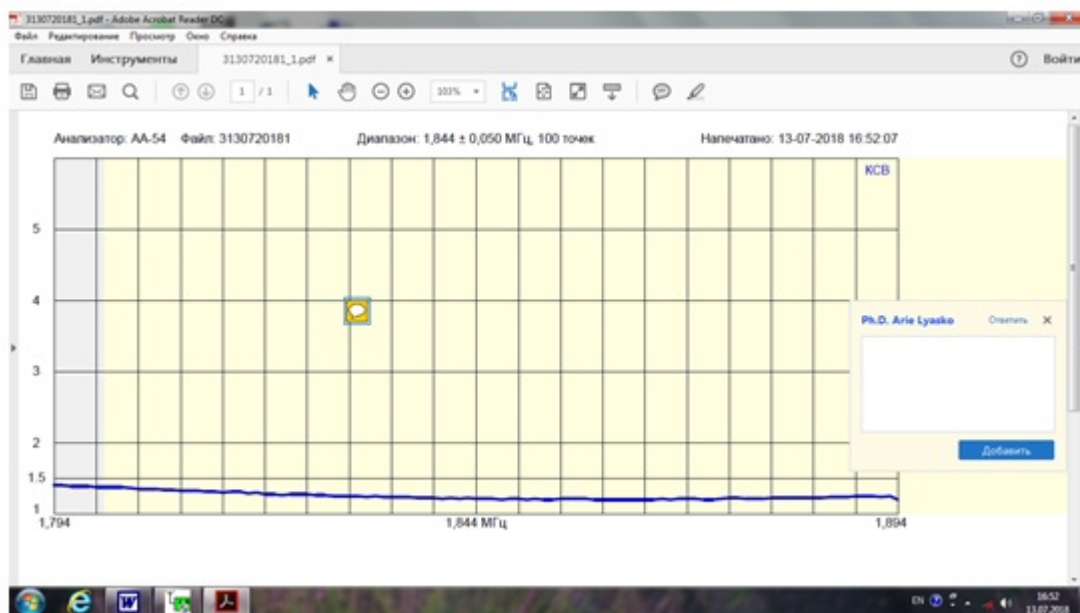
Фото.5



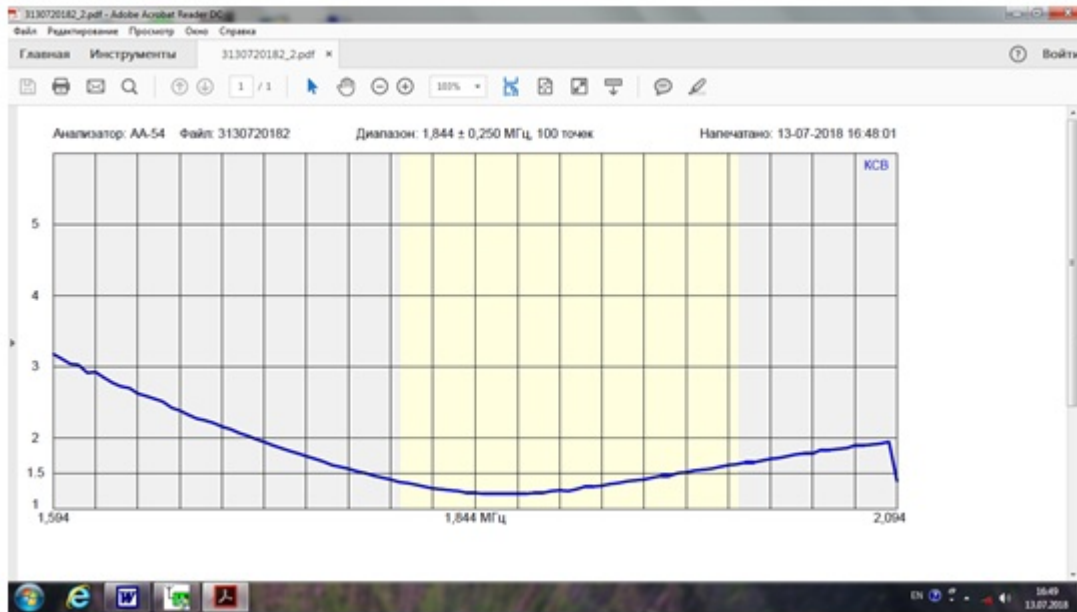
Фото.6



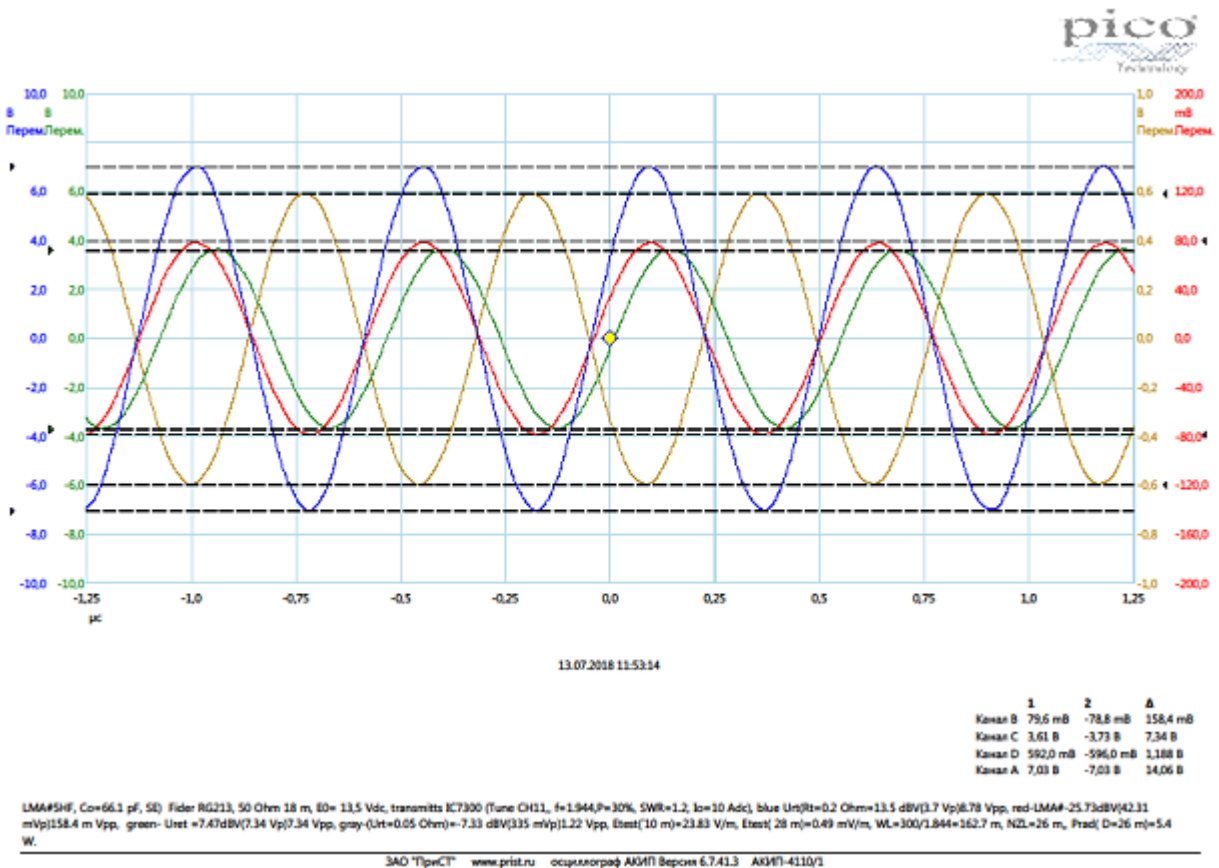
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4.

а) это падение напряжения U_{rta} (Канал А — синего цвета кривая), б) напряжение $U_{LMA\#3}(10\text{ м})$, зарегистрированное моделью ЛМАН[®] 3 (Канал В-красного цвета кривая), в) это напряжение с петли обратной связи U_{ret} (Канал С- кривая зелёного цвета) и г) падение напряжение U_{rt} .

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 перед

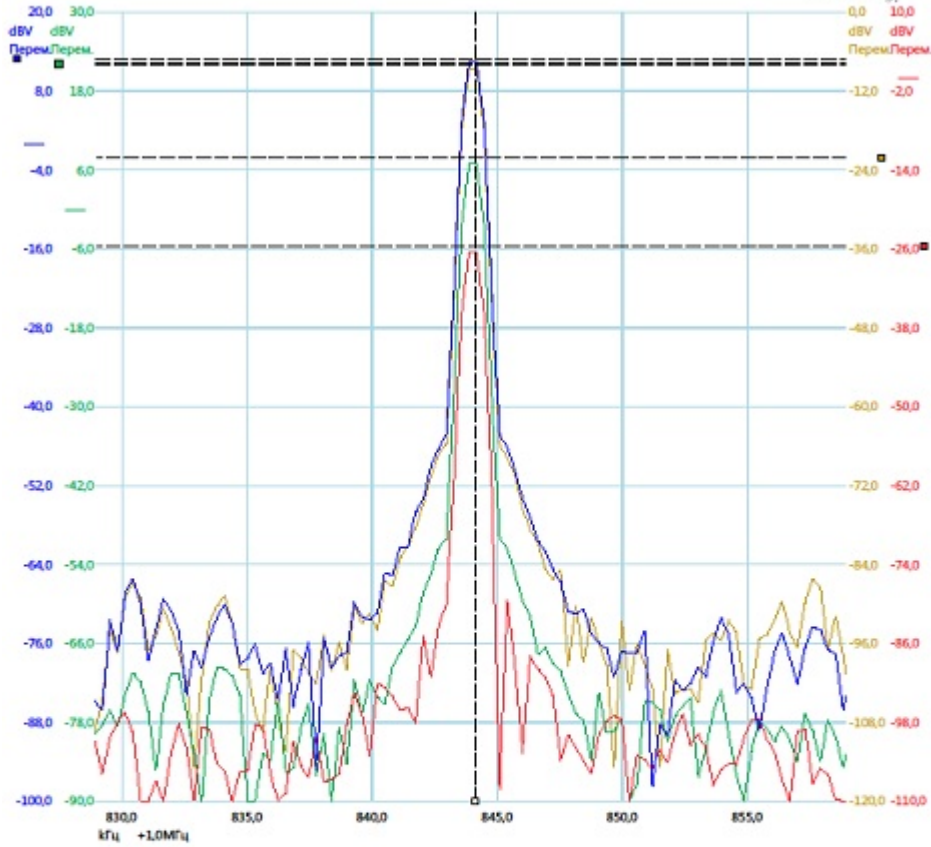
производством измерений вне лабораторного помещения измерялся уровень электрической и магнитной составляющих в лабораторном помещении.

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 $I_a=3.47 \text{ В}/0.2 \text{ Ом}=17.5 \text{ А}$, и величину тока в кабеле на выходе трансивера $I_n=0.294 \text{ В}/0.05 \text{ Ом}=5.9 \text{ А}$. 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 ЛМАН[№] 5ВЧ излучила порядка 5 Ватт.

Не вдаваясь в подробности, можно утверждать, что

Измерения показали, что внутри помещения на расстоянии порядка 10 м рядом с аппаратурой контроля и трансивером регистрируется уровень электрической составляющей порядка . 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.



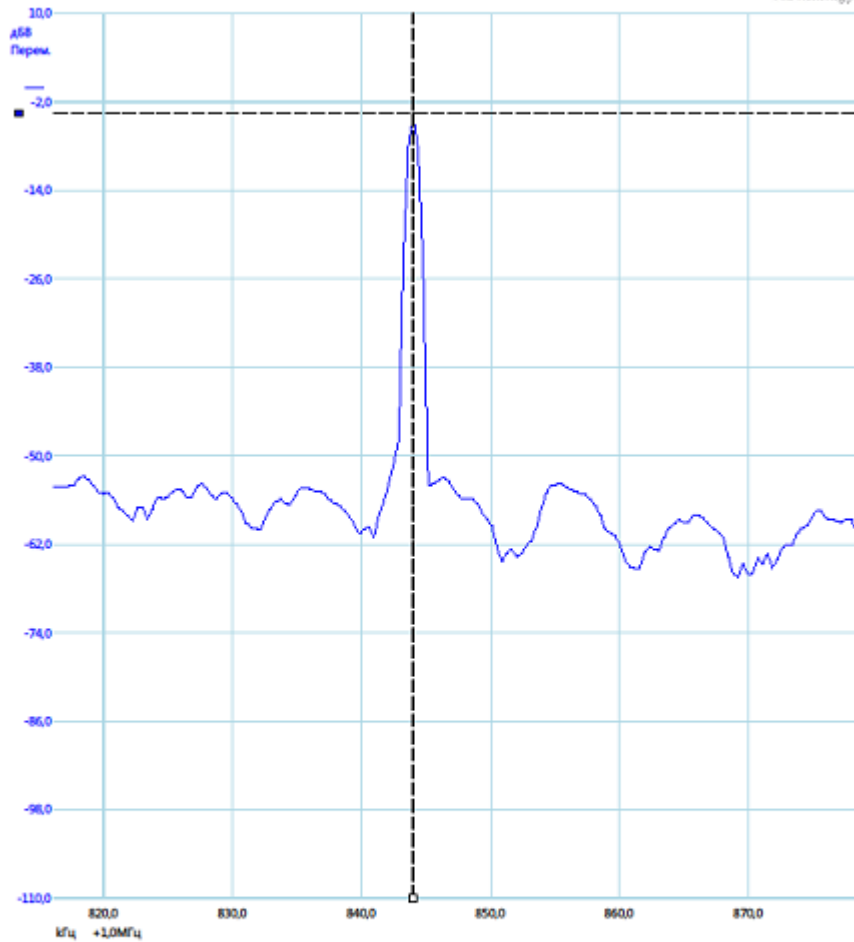
13.07.2018 12:01:51

Канал	Название	Диапазон	Значение	Мин.	Макс.	Среднее	σ	1	2	Δ	1/ Δ
A	Frequency at Peak	По пиков	1,844 МГц	1,844 МГц	1,844 МГц	1,844 МГц	0 Гц	Частота	1,844 МГц	---	---
A	Amplitude at Peak	По пиков	12,58 dBV	12,58 dBV	12,58 dBV	12,58 dBV	0 dBV	Канал B	-25,6 dBV	---	---
A	Average Amplitude at Peak	По пиков	3,474 В	3,474 В	3,474 В	3,474 В	0 В	Канал C	22,2 dBV	---	---
B	Amplitude at Peak	По пиков	-26,38 dBV	-26,38 dBV	-26,38 dBV	-26,38 dBV	0 dBV	Канал D	-22,2 dBV	---	---
B	Average Amplitude at Peak	По пиков	39,17 мВ	39,17 мВ	39,17 мВ	39,17 мВ	0 В	Канал A	13,0 dBV	---	---
C	Amplitude at Peak	По пиков	6,949 dBV	6,949 dBV	6,949 dBV	6,949 dBV	0 dBV				
C	Average Amplitude at Peak	По пиков	1,817 В	1,817 В	1,817 В	1,817 В	0 В				
D	Amplitude at Peak	По пиков	-8,714 dBV	-8,714 dBV	-8,714 dBV	-8,714 dBV	0 dBV				
D	Average Amplitude at Peak	По пиков	299,4 мВ	299,4 мВ	299,4 мВ	299,4 мВ	0 В				

LMA#5HF, Co=66.1 pF, SE) Fider RG213, 50 Ohm, 20 m, E0= 13,5 Vdc, transmits IC7300 (Tune CH11, f=1.944P=30%, SWR=1.2, Io=10 Adc), blue Ur(=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-(Ur=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 "ПримСТ" www.picoLru ооошклогрэф АКНП Версия 6.10.12.2 АКНП-4110/1

Фиг.5



13.07.2018 12:29:29

Канал	Название	Диапазон	Значение	Мин.	Макс.	Среднее	σ	1	2	Δ	1/ Δ
A	Frequency at...	По пик	1,844 МГц	1,844 МГц	1,844 МГц	1,844 МГц	0 Гц	Частота	1,844001 МГц		
A	Amplitude at...	По пик	-3,801 дБ	-3,801 дБ	-3,801 дБ	-3,801 дБ	0 дБ	Канал A	-3,451 дБ		
A	Average Am...	По пик	504,4 мВ	504,4 мВ	504,4 мВ	504,4 мВ	0 В				
A	Total Power	Кривая пол...	610,4 мВ	610,4 мВ	610,4 мВ	610,4 мВ	52,61 мВ				
A	Signal to Noi...	Кривая пол...	16,16 дБс	16,16 дБс	16,16 дБс	16,16 дБс	25,92E-4 дБс				

From LMAPF, Transmitted IC-7300(Po=30%, Tune, Io=10 Adc), blue-MDF930(10 m, 35 dB)=1.2 Vpp, -3.85 dBV, 594.4 mVp, Pw=610.4 mW
Pico Technology www.pico.tech PicoScope 6 Версия 6.11.12.1692 PicoScope 2205A

Фиг.6.