

Передающая линейная антенна для ВЧ диапазона (часть 3)

Ляско Арий Борисович

Радиоинженер,

канд. физ.-мат. наук, Ph.D.

E-mail: lyasko.ariy@mail.ru

1. Было произведено в условиях не настой погоды (шёл дождь) испытание трансляции лишь на несущей частоте (без модуляции) и при установке уровня равной , подаваемой по коаксиальному кабелю типа **RG-213 20 м** на вход , когда внутри её герметичной оболочки использовался согласующий трансформатор в резонансном контуре, питаемого ВЧ током её обмотки соленоида «Возбуждения» ВЧ продольного магнитного потока, вызывающего излучение радиоволн в окружающее пространство. На **Фото.1** представлен вид модели в тот вечер при её расположении на Антенном Поворотном Устройстве (). На расстоянии порядка в пригороде Санкт -Петербурга её сигеал несущей частоты удалось зарегистрировать на вертикальную антенну стационарной любительской радиостанцией с уровнем .



Вечер 31.10.2018.

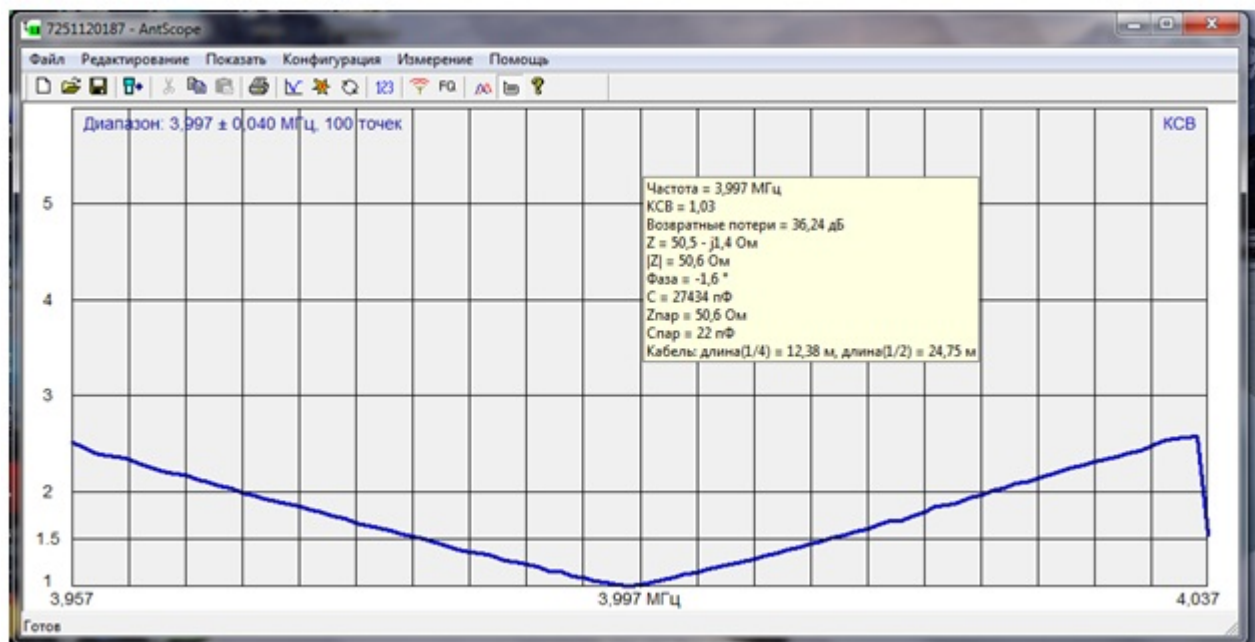
Модель **ЛМАН^о 7 ВЧ** на **Фото.1** впереди справа,- ориентирована в направлении её максимума излучения, находясь на . На **Фото.2** представлен её внешний вид в герметичной оболочке в лабораторном помещении после замены внутри её корпуса ВЧ резонансного конденсатора и замены системы согласования импеданса вместо трансформаторного на «емкостное согласование» импеданса с коаксиальным силовым кабелем типа .



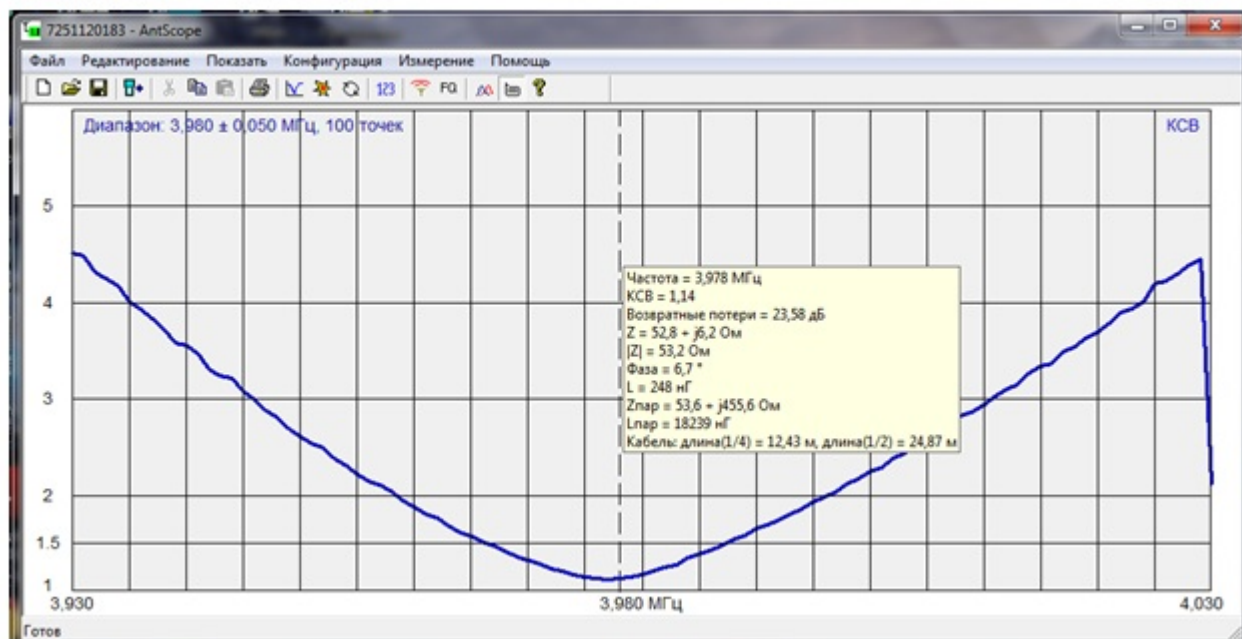
Фото.2

2. Проводились попытки согласования кабеля типа , имеющегося в лаборатории длиной и метров, тогда как при расположении вне помещения на используется кабель длиной м. Резонансный конденсатор и Согласующий конденсатор расположены в центральном отсеке корпуса внешней герметичной оболочки модели (см.).

Прежде, чем конец кабель идущий от Модели подсоединялся к источнику питания ВЧ мощностью, производилось его подсоединение к Измерителю Антенного Тракта типа с целью выяснения основных ВЧ антенных параметров: (его активной и реактивной составляющих), коэффициента и частоты его минимума. .



Фиг.1 В помещении при длине фидера типа RG-213 30 м $C_0=27$ пФ $C_{пар}=585$ пФ



Фиг.2. В помещении при длине фидера типа RG-213 15 м $C_{027} = 27 \text{ пФ}$ $S_{пар} = 870 \text{ пФ}$

Как можно видеть, исходя из и частота минимального значения меняется при изменении длины кабеля питания антенны.

3. Антенные параметры модели зависят, как от **места установки**, так и , и при прочих равных условиях. В качестве примера приводится ниже информация состояние параметров Модели , установленной на , ориентированной в направлении примерно производимых измерений основных показателей режима её работы **18 Февраля** (см. **Фото.3**) и (см. **Фото.11**) этой Зимой.



Фото.3 Полдень 18.02.2019, слева Модель ЛМА № 5, впереди справа Модель ЛМАН № 7.

. На **Фиг.1** — представлен результат теста этой модели при использовании в качестве источника питания ВЧ мощностью Функциональный генератора типа . и

3а. При использовании как источника ВЧ мощности с целью определения собственной частоты и полосы пропускания антенного резонансного токового контура Модели были сняты Амплитудно — частотные характеристики, представленные на **Фиг.3** и **Фиг.4**, а так же при частоте резонанса временные характеристики и спектральная плотность сигналов в контрольных точках режима её работы на **Фиг.6** и **Фиг.5**, соответственно.

3б. При использовании Трансивера были сняты соответственно на **Фиг.7.** и **Фиг.8** соответственно, временная характеристика и спектральная плотность сигналов в этих же контрольных точках. На **Фото.8** — **Фото.10** представлен вид используемой при этом аппаратуры. Можно видеть значения измерений: излучаемой частоты несущей на **Фото.8**, поступающую в ВЧ фидер Мощность равной **20 Ватт** и и на **Фото.9** потребляемый Трансивером постоянный ток равный . Так же на **Фото.10** можно видеть показания направления ориентации максимального излучения Модели на , и используемый в качестве предварительного усилителя в режиме приёма Трансивера устройство **MFG-1040C**.



Фото.4 **Фото.5**

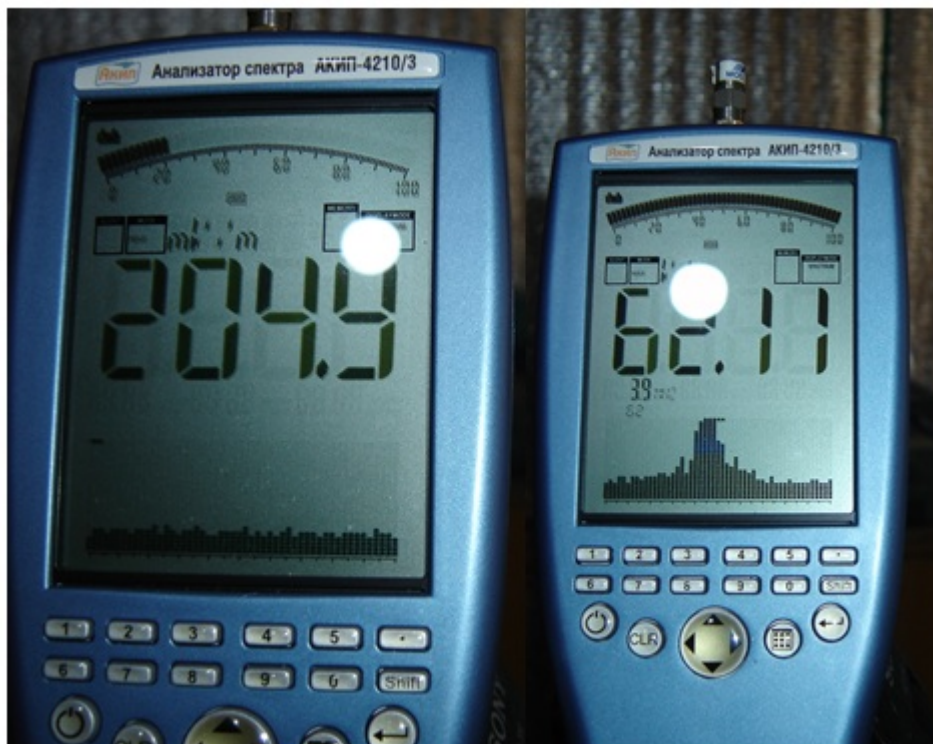


Фото.6 Фото.7

Одновременно, с помощью портативного спектрометрического цифрового измерителя напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля типа (см. **Фото.12**) в лабораторном помещении на расстоянии примерно 10 м от места установки Модели в момент отсутствия и существования излучения электромагнитного ею. Результат измерения в трёхмерном пространстве величины Индукции магнитного поля в отсутствии излучения и в момент излучения показан на дисплеи **Фото.4** () и **Фото.5** (),соответственно. На **Фото.6** представлено значение () Напряжённости Электрического поля в отсутствии излучения и на **Фиг 7** в момент излучения.



Фото.8

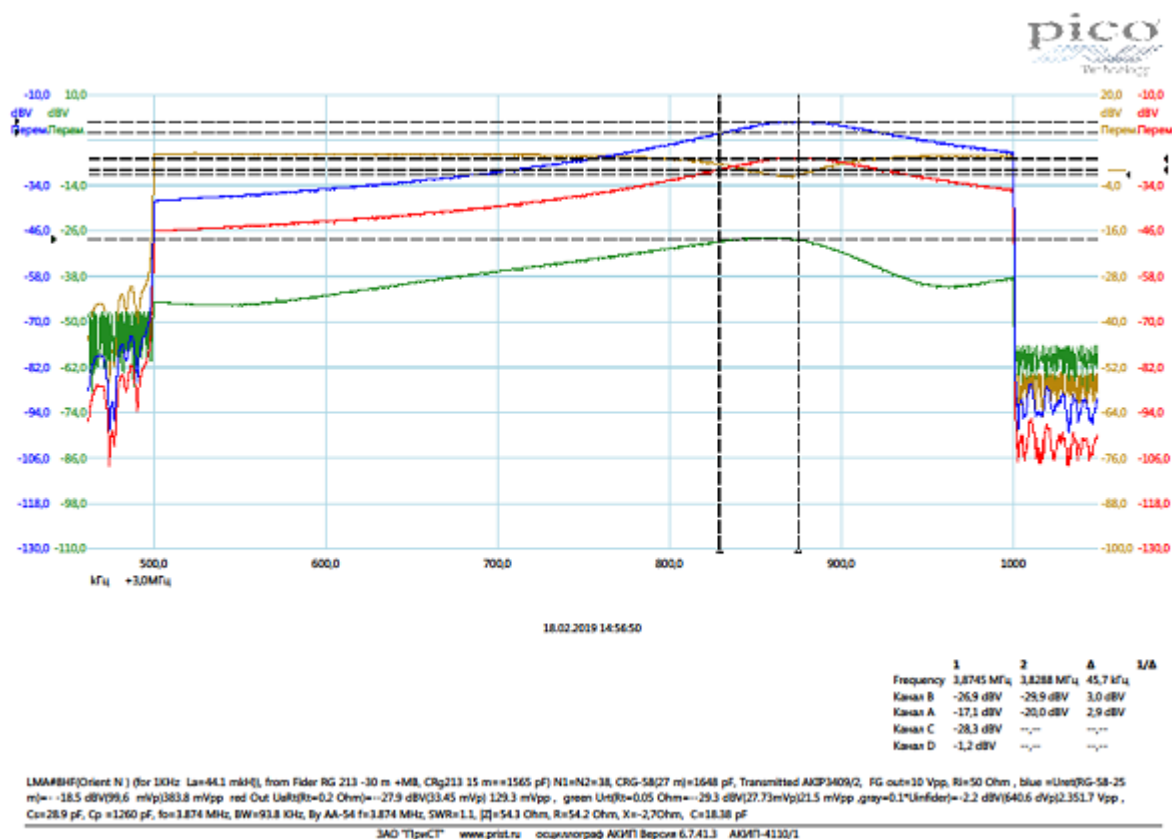


Фото.9

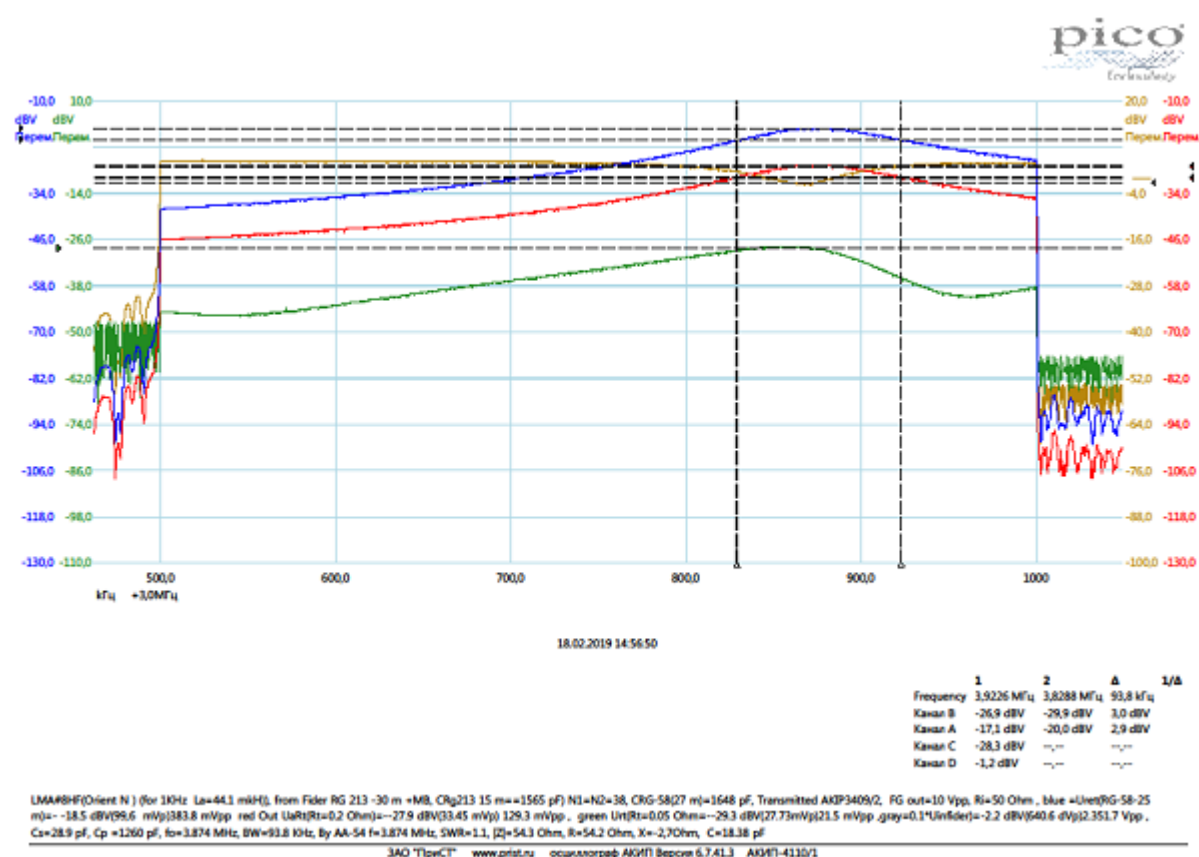


Фото.10

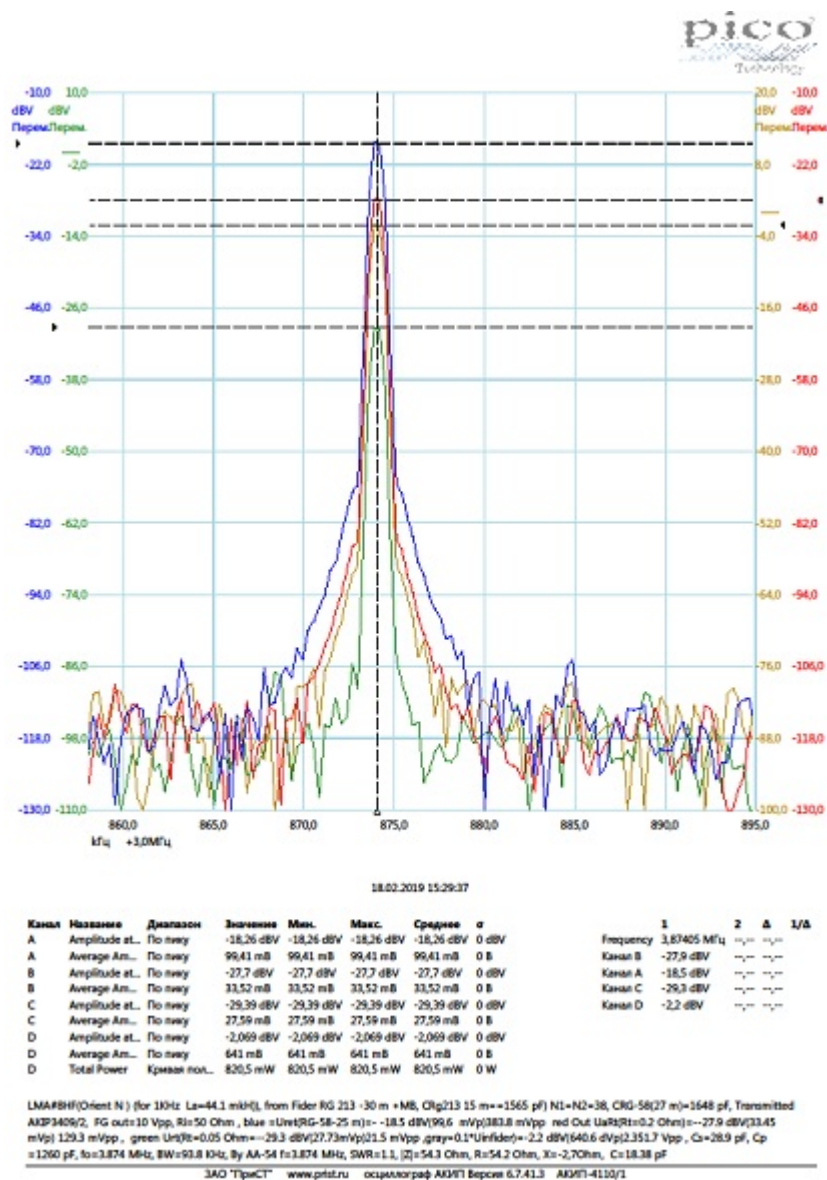
На **Фиг.9** представлена частотная зависимость **КСВ** и основных характеристик Антенного тракта Модели измеренные с помощью измерителя типа перед моментом описанного теста выше.



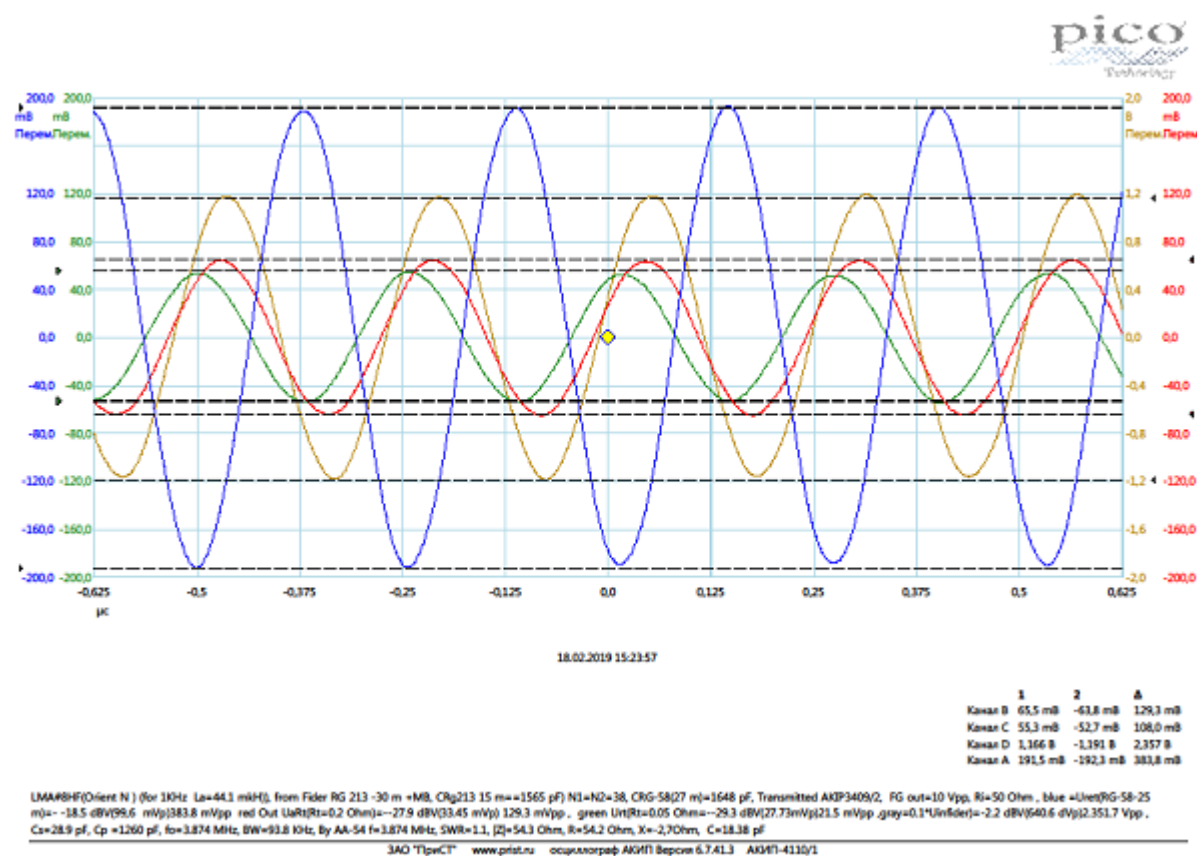
Фиг.3



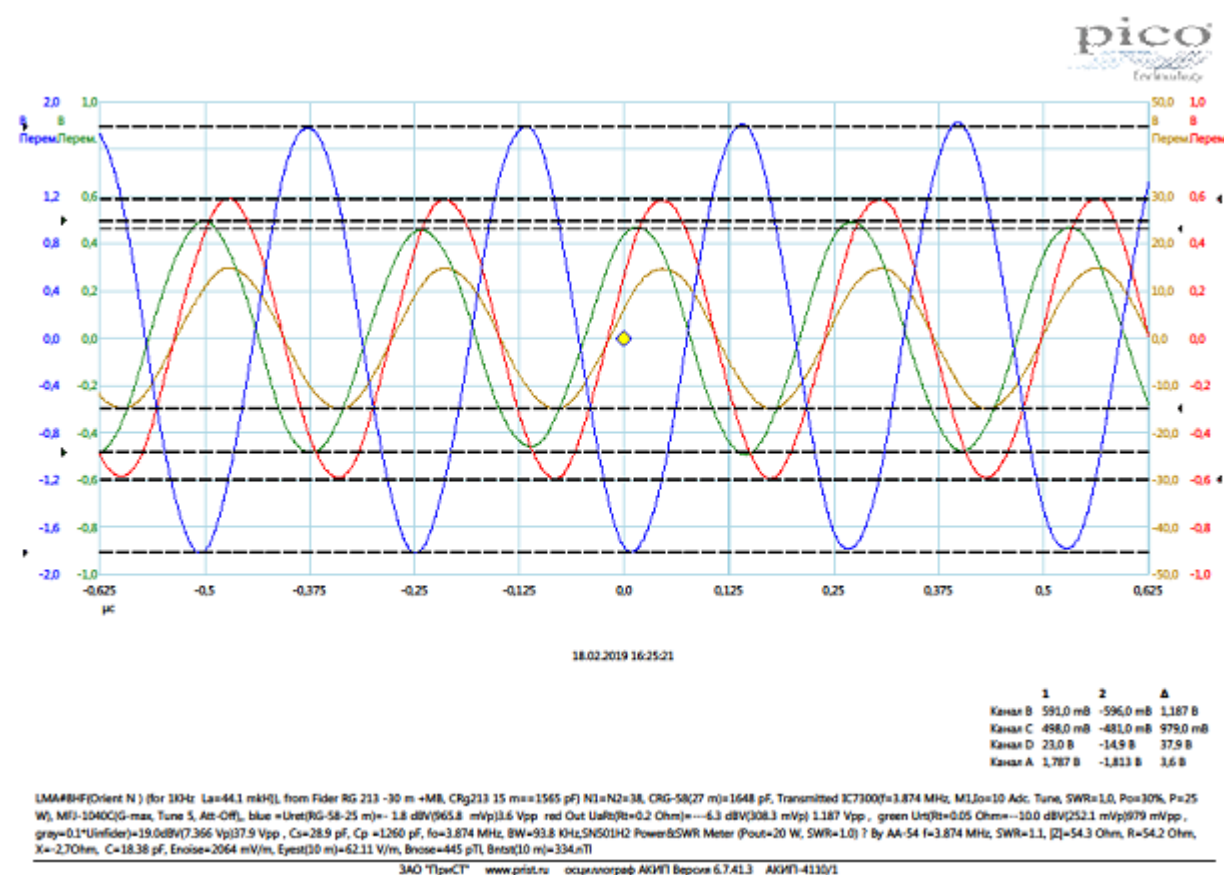
Фиг.4



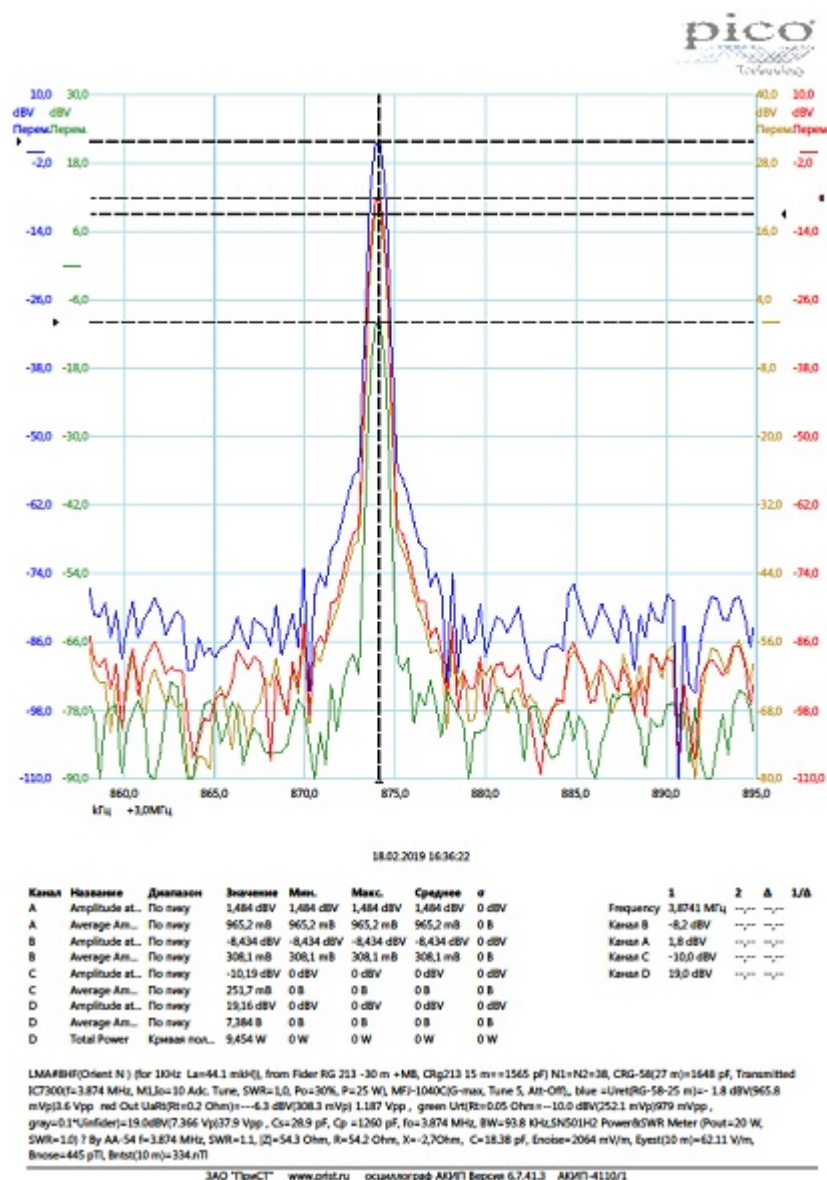
Фиг.5



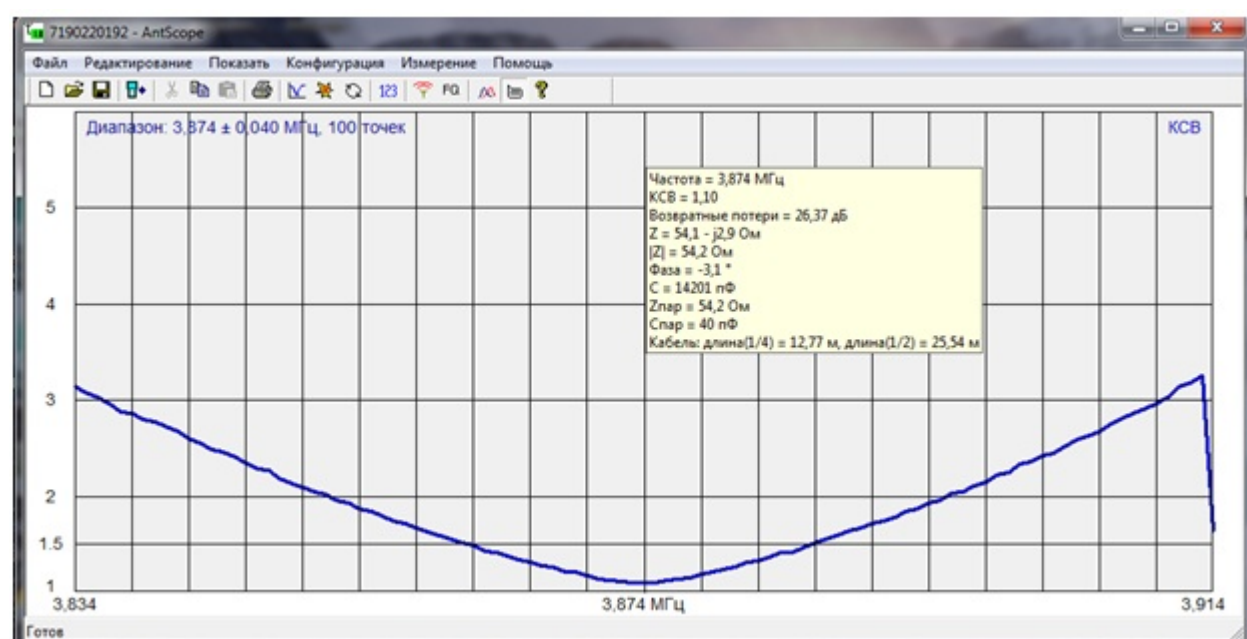
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8

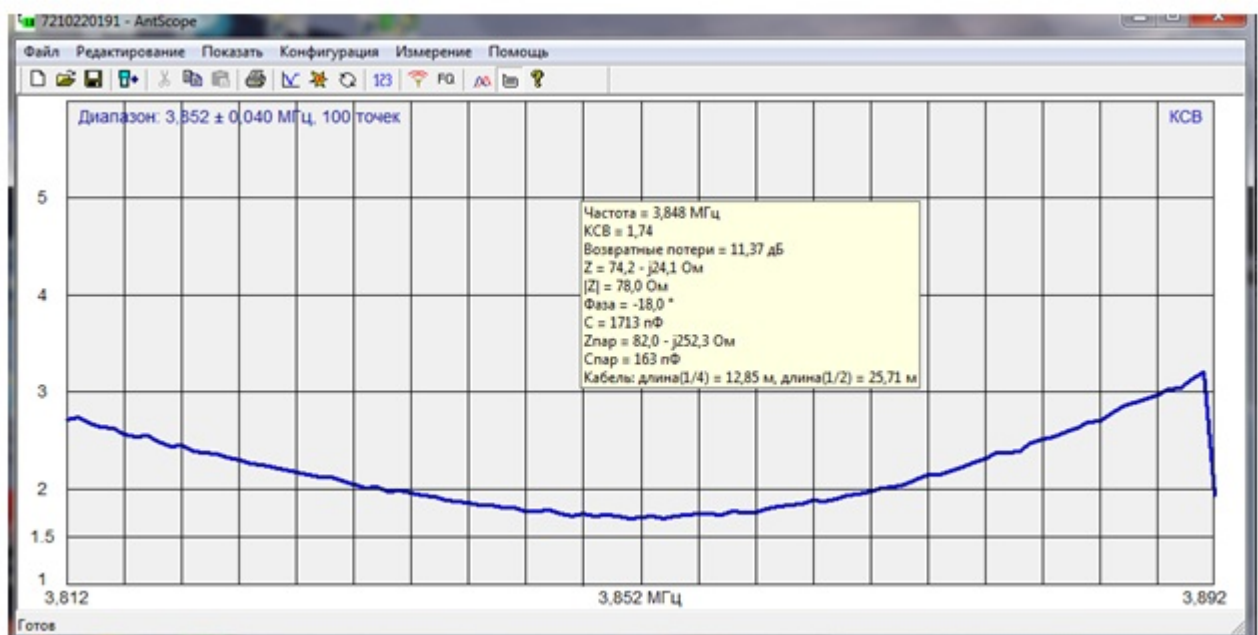


Фиг.9

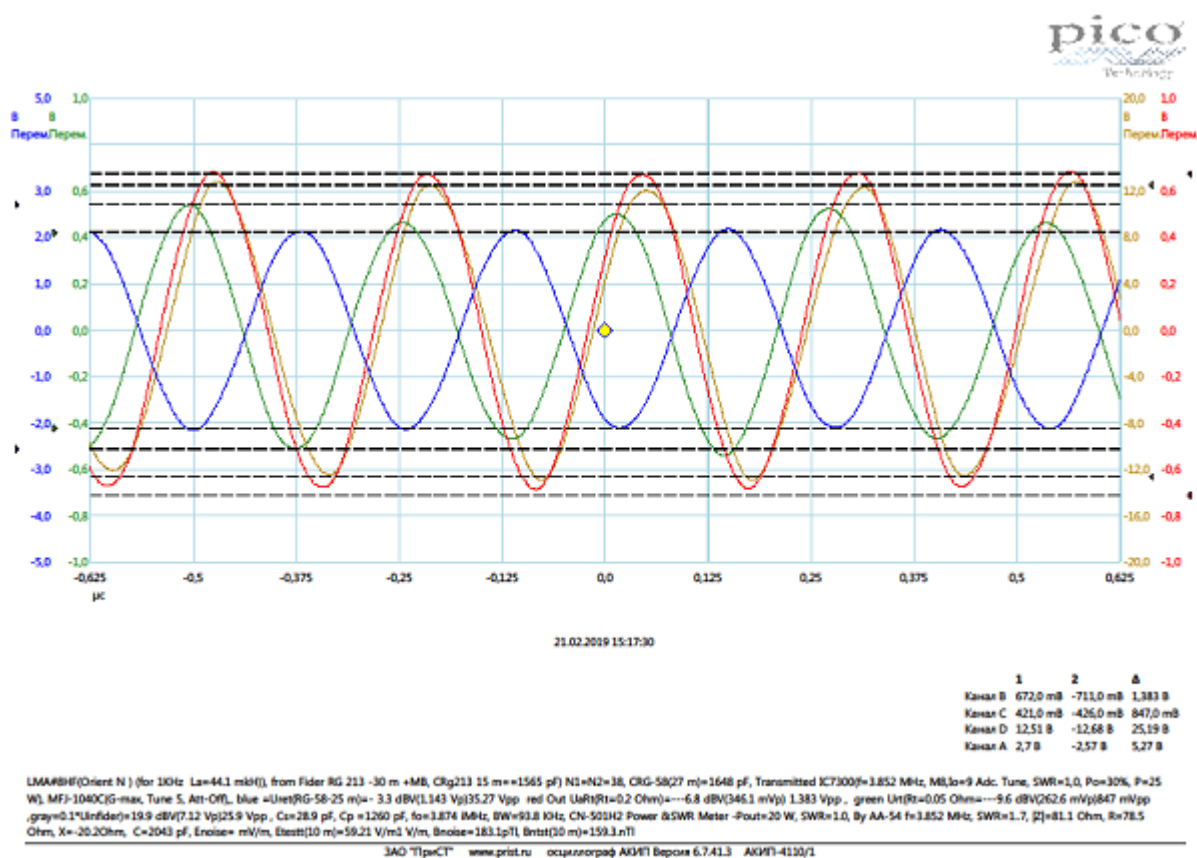


Фото.11 Полдень 21.02 2019, слева Модель ЛМАН[№] 5, впереди справа Модель ЛМАН[№] 7,

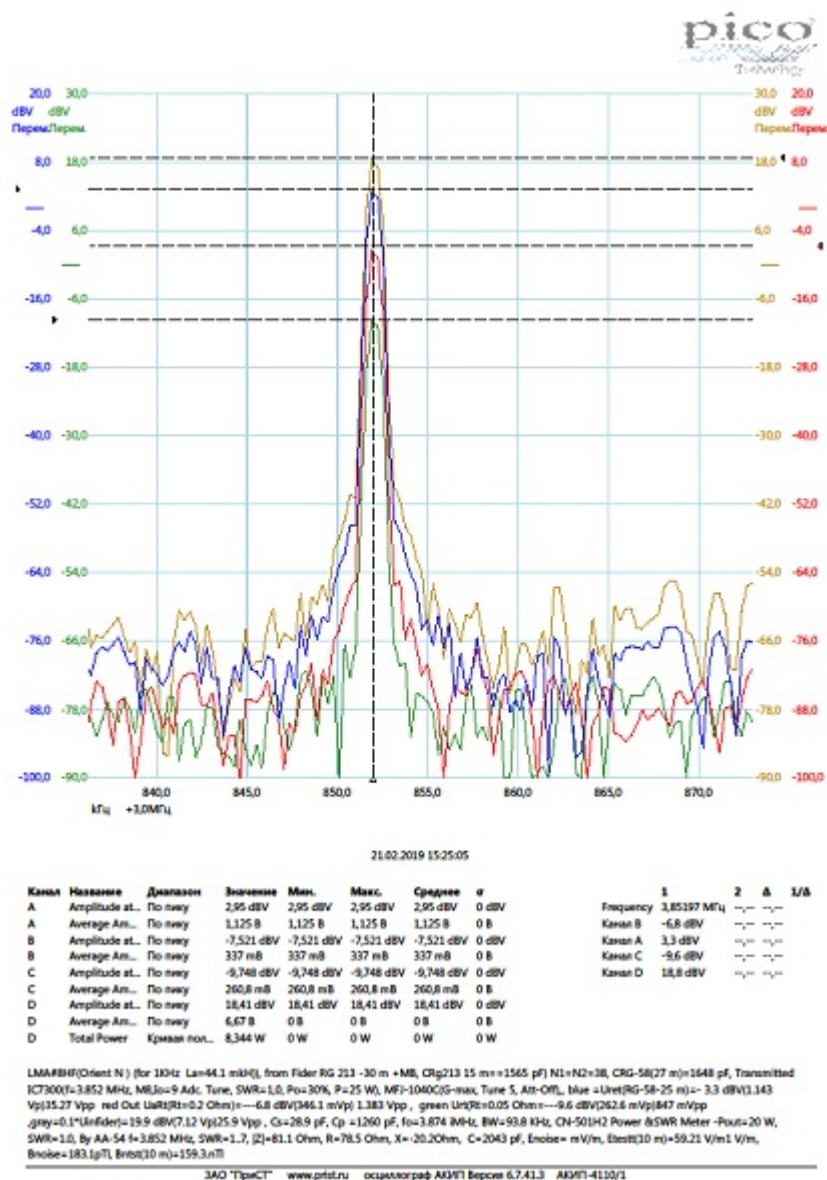
4. Результат аналогичного выше изложенному тесту Модели ЛМАН[№] 7ВЧ года в момент её нахождения на в реальных условиях (**Фото.11**) представлен на **Фиг.10** , **Фиг.11** и Фиг.12 при использовании Трансивера в качестве источника подводимой к Модели ЛМАН[№] 7ВЧ ВЧ мощности.



Фиг.10



Фиг.11



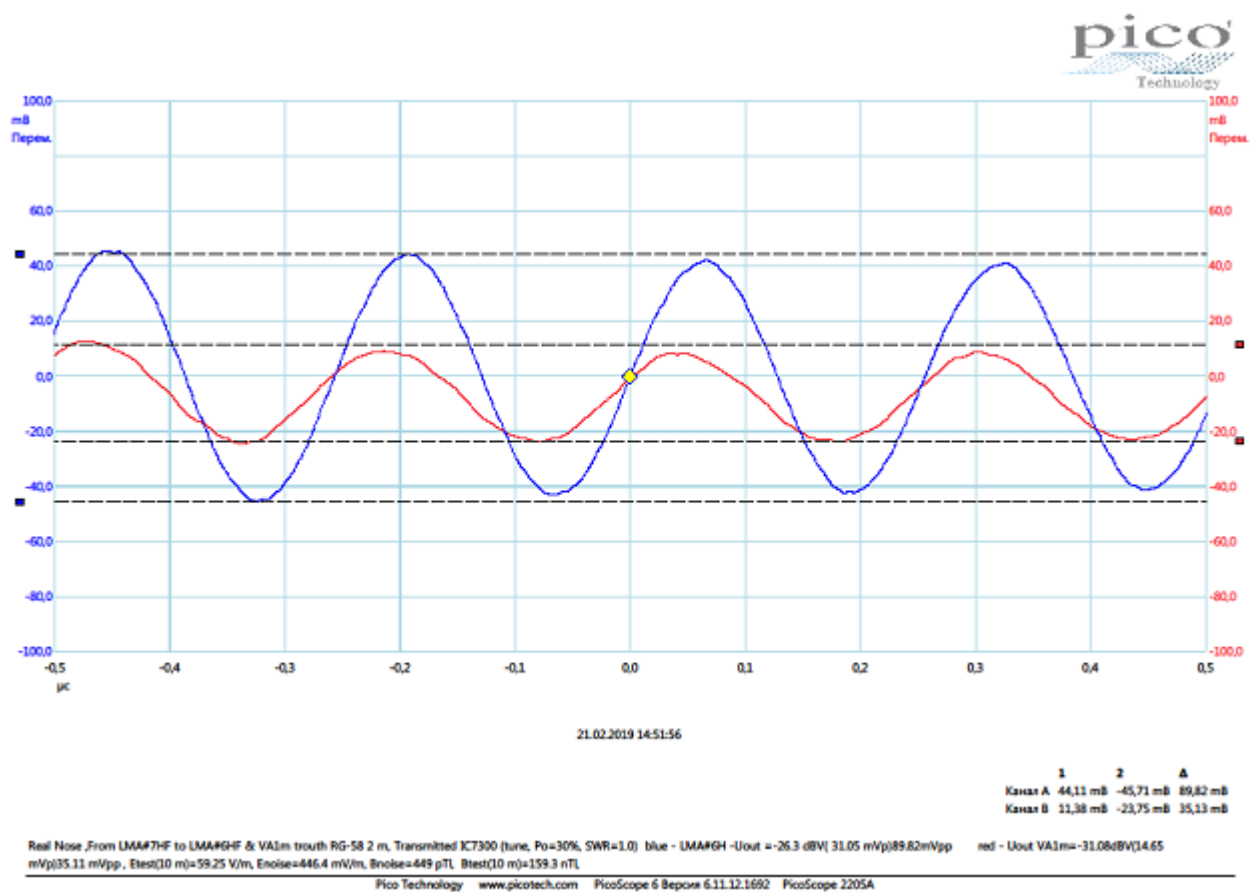
Фиг.12

Одновременно в лабораторном помещении с помощью приёмо-передающей антенны Модели антенны, расположенных рядом с упомянутым измерителем типа , как показано на **Фото.12**, были с помощью Виртуального двуканального Цифрового Осциллографа и Анализатора Спектра получены временная характеристика и спектральная плотность принятых ими сигнала излучения в момент описанного теста трансляции моделью ЛМАН[®] 7ВЧ,

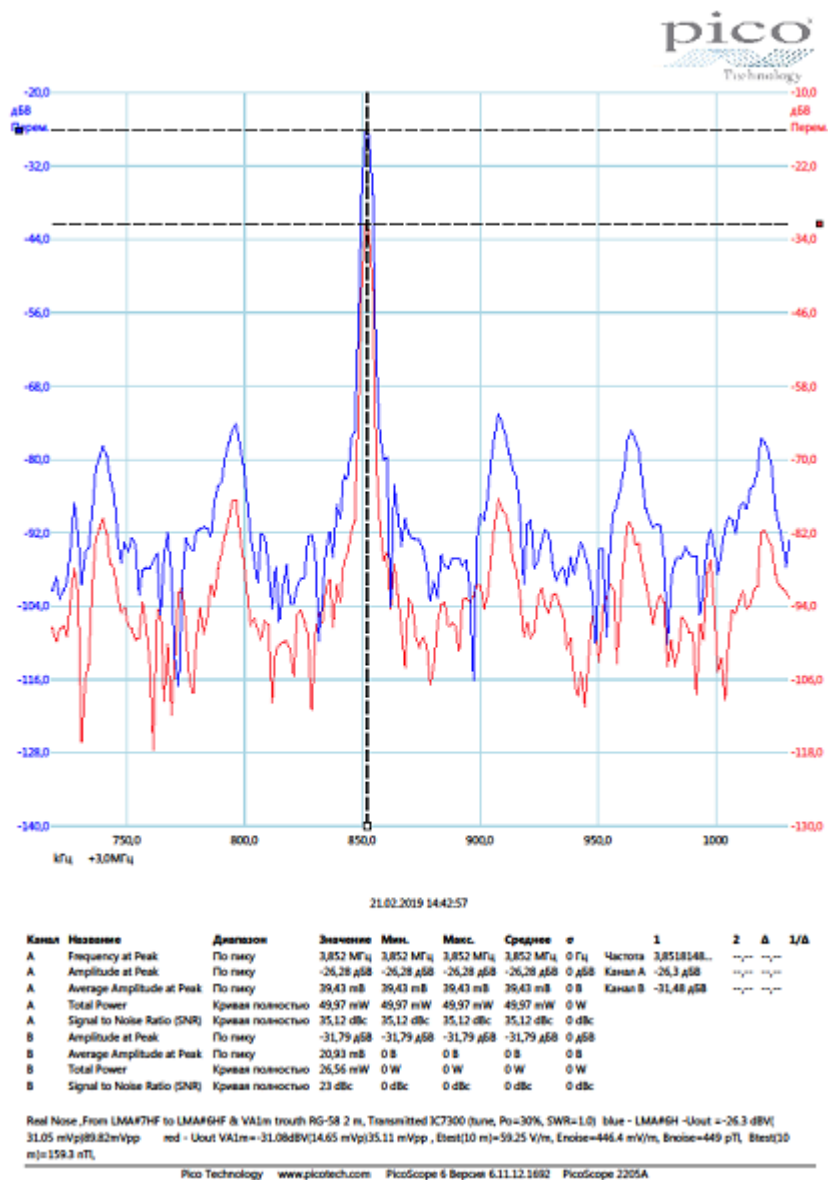


Фото.12

представленных соответственно на Фиг.13 и Фиг.14.



Фиг.13



Фиг.14

5. В отличие от , используемых в диапазоне под подразумевается сочетание в прямом смысле собственно тела самой ЛМВЧ и фидер питания обмотки её от источника ВЧ мощности. Поэтому для недостаточно иметь лишь с целью определения резонансной частоты и полосы пропускания на уровне . Для требуется снятие кривой зависимости от частоты несущей подаваемой на вход ВЧ фидера её питания ВЧ энергии, с целью определения частоты f^* (f^* — ВЧ аналог значения f_0) минимального значения величины , обязательно , а) чтобы укладывалась в диапазон частот использования , б) чтобы величина была меньше и как можно ближе было к **1.0**; г) определяется диапазона частотной полосы **BW*** (- ВЧ аналог значению), при котором значение **KCB** не превышает величины . Следует иметь в виду, что при превышении ряд ВЧ Линейных Усилителей Мощности (**ЛУМ**) и автоматически отключают (при наличии такой внутренней защиты и индикации) подачу ВЧ выходной мощности в режиме трансмиссии на нагрузку, так как в противном случае это может привести (в отсутствии индикации или автоматической защиты) к повреждению выходного устройства источника ВЧ Мощности. К сожалению ВЧ ЛМА и Трансиверы (в режиме трансмиссии) имеющиеся в «свободной» продаже работоспособны в ВЧ диапазоне частот, начиная иногда с , но как правило, с **1.8 МГц** и рассчитаны на использование коаксиального кабеля для питания ВЧ энергией Антенн. Для питания ЛМА ВЧ током I_a от источника подводимой к ней ВЧ мощности,

которым может быть Трансивер с внутренним или внешним Устройством Согласования Импеданса Антенного Тракта (), или ВЧ ЛУМ с или без. Как правило обладают выходным сопротивлением и при этом без выходная мощностью на фидер, а при наличии — $R_{\text{вых}}=1000$ Ватт. Их амплитудное значение выходного напряжения соответственно может составлять максимум и **316 В**. Таким образом, на выходе ВЧ фидера может быть амплитудное значение напряжения в зависимости от его длины чуть меньшее. При емкостном согласовании с импедансом фидера во время резонанса, когда несущей частота моно гармоничного напряжения совпадает с собственно резонансной частотой антенного контура тока, зависимой от соотношения величиной и величин последовательно соединённых конденсаторов (соединяемый одним концом последовательно с индуктивностью обмотки соленоида «Возбуждения»), и конденсатора, в свою очередь в герметичной внешней оболочке Модели ЛМА ВЧ подсоединен параллельно выводам входного ВЧ разъема подключения силового коаксиального кабеля. При этом амплитудное значение напряжения на индуктивности, практически так же как на резонансном конденсаторе () раз больше, напряжения, где $= BW$. — является эффективным значением добротности резонансного токового контура питания ЛМABЧ мощностью. Обычно для ЛМА ВЧ может находиться в пределах. Принято называть Передающие антенны, обладающие определённой величиной, - «». Для цели увеличения напряжения на ЛМABЧ, как и в сравнении с выходным напряжением источника подводимой мощности и применяется в антенном токовом их контуре. Таким образом **является резонансного типа приёма — передающей антенной.**

6. В качестве примера, воспользуемся данными, приведёнными в нижней текстовой части и для определения ряда параметров антенного токового тракта ЛМАН[№] 7ВЧ и возможной величины излучаемой ей электромагнитной энергии.

Зная величину и величину конденсаторов и определяем значение и. Видим, что на данной частоте значение индуктивности обмотки соленоида возбуждения в сравнении с замером на частоте значения — увеличилось.

. Длина обмотки соленоида «Возбуждения» равна, а её внешний диаметр. и состоит из плоского гибкого двухпроводного кабеля, каждый изолированный провод которого в изолирующей оболочке диаметра прижатый друг к другу плотно содержит множество медных проводников сечением. Без находящегося в соленоиде «Возбуждения» магнитопровода цилиндрической формы внешнего диаметра и длиной индуктивность его обмотки. Поэтому эффективное значение магнитной проницаемости магнитопровода на частоте несущей

6.3. Волновое сопротивление. Так как, то при эквивалентная величина Добротности, тогда значение последовательного эквивалентного сопротивления антенного токового контура

$r_{\text{эфф}} = p_a / Q_{\text{эфф}}$, поэтому $r_{\text{эфф}}=11.37$ Ом. Так называемое активное параллельное эквивалентное сопротивление антенного (практически параллельного контура)

. Потому для его согласования с ВЧ фидером требуется согласующий конденсатор, где должен быть равен корню квадратному отношения значения к значению сопротивления фидера, равного. Таким образом **$K_c=34.7$** , а. Как можно видеть полученное на практике значение используемого конденсатор

6.4. Зная величину измеренного значения падения напряжения на сопротивлении определяем величину амплитуды антенного тока И по измеренному значению падения напряжения на сопротивлении значение тока в силовом фидере . При измеренной Измерителем мощности

выданной на вход силового фидера при , зная величину антенного тока $I_a=1.73$ А, число витков и длину соленоида можно рассчитать величину напряжённости магнитного поля в теле магнитопровода $H_m=131.5$ А/м, и с учётом значения эквивалентной его магнитной проницаемости $\mu_{эфф}=11$ на частоте несущей определить максимально возможное значение Индукции магнитного поля

. Эта величина намного меньше возможного значения порядка индукции насыщения материала магнитопровода. Это означает, что даже до мощности подаваемой на вход силового фидера Модели ЛМАН[®] 9ВЧ, равной максимально возможной выходной мощности Трансивера используется линейный режим её работы.

6.5. Зная величину Волнового сопротивления и амплитудное значение антенного тока в момент резонанса можно определить амплитудное значение на обмотке Соленоида и на обкладках конденсатора . Таким образом, при . Тогда как при данной выходной мощности напряжение на входе фидера не превышает .

. Оказалось, что Индукция магнитного поля на расстоянии от места установки Модели ЛМАН[®] 7ВЧ. Для частоты длина волны в открытом пространстве , а расстояние конца «Ближней зоны» . Интересно какой степени соответствует обратно пропорциональность отношения к дистанции относительно отношения величины в трёх мерном измерении. Не трудно показать, что в одномерном измерении , тогда как . Для этого нужно решить уравнение . Решение которого даёт значение . Таким образом, действует до дистанции закон уменьшения величины индукции обратно пропорционально отношению исходной дистанции к конечной в степени Используем эту зависимость при расчёте Тогда получим , это означает, что на расстоянии равном длин волн в свободном пространстве может принять величина напряжённости магнитного поля в данном месте. Тогда напряжённость электрического поля на границе начала «Дальней зоны» может составить величину порядка В таком случае можно полагать, что мощность излучения при подводимой мощности .

7. Настоящая работа автора является продолжением его исследований ЛМА ВЧ, астично изложенных в работах [1, 2, 3, 4, 5].

1.

2.

3.

3.

Г.

4.

5.