
Испытание излучения мобильной ушестерённой модели передающей линейной магнитной антенны на пересечённой местности в СДВ диапазоне

Арий Борисович Ляско
Радиоинженер,
кандидат физ.-мат.наук, Ph.D.
E-mail: arie.lyasko@yandex.ru

1. 8 Января 2017 г. состоялось испытание излучения электромагнитной энергии в СДВ диапазоне на пересечённой местности Мобильной Ушестерённой Передающей Линейной Магнитной Антенны (УПЛМА) в реальных условиях Московской Области. УПЛМА [1] для возможности перемещения размещена в стандартном «прицепе». Фото.1. даёт представление условий её функционирования в процессе проведения этих испытаний.



Фото.1.

В «прицепе» **УПЛМА** размещена совместно с согласующим трансформатором (СТ) и блоком контроля (**БК**) величины подаваемого напряжения **Утр.вых.** с его вторичной обмотки и величины тока «возбуждения» **I_a**, протекаемого по контуру последовательного резонанса её антенной цепи, состоящей из индуктивности **L_a** соленоидов «возбуждения» продольного магнитного потока на частоте несущей **f** в каждой из шести ЛМА и резонансных конденсаторов **C_o**, размещённых сверху и между герметичных корпусов верхних трёх моделей ЛМА (см. **Фото.2**) [1].

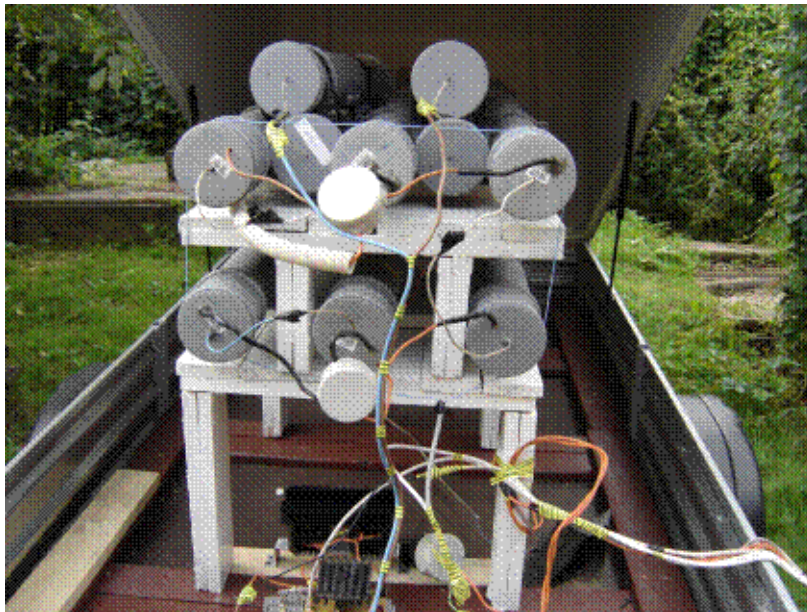


Фото.2.

УПЛМА соединена фидером длиной **25 м** с усилителем мощности (**УМ**) и контрольной аппаратурой, находящейся на расстоянии по прямой порядка **15 м** в лабораторном помещении.



Фото.3.

В верхней части **Фото.3** представлен вид УМ, а ниже с лева цифровой Функциональный генератор (**ФГ**) типа **АКИП-3408/1**, с выхода которого подаётся гармонический сигнал с частотой несущей f , равной частоте резонанса f_0 контура тока «возбуждения» УПЛМА на вход УМ, а правее его — двухканальный аналоговый осциллоскоп для контроля момента совпадения фазы тока возбуждения (I_a) с фазой напряжения (**U тр.вых.**) на выходе вторичной обмотки **СТ**, находящегося рядом с УПЛМА в «прицепе». Вид синусоидальных сигналов на экране осциллоскопа соответствует моменту настройки путём изменения выходной частоты f **ФГ** в резонанс с собственной частотой f_0 антенного контура тока «возбуждения» для достижения максимума его амплитуды I_{am} при условии совпадения его фазы с фазой сигнала напряжения **U тр.вых.**.

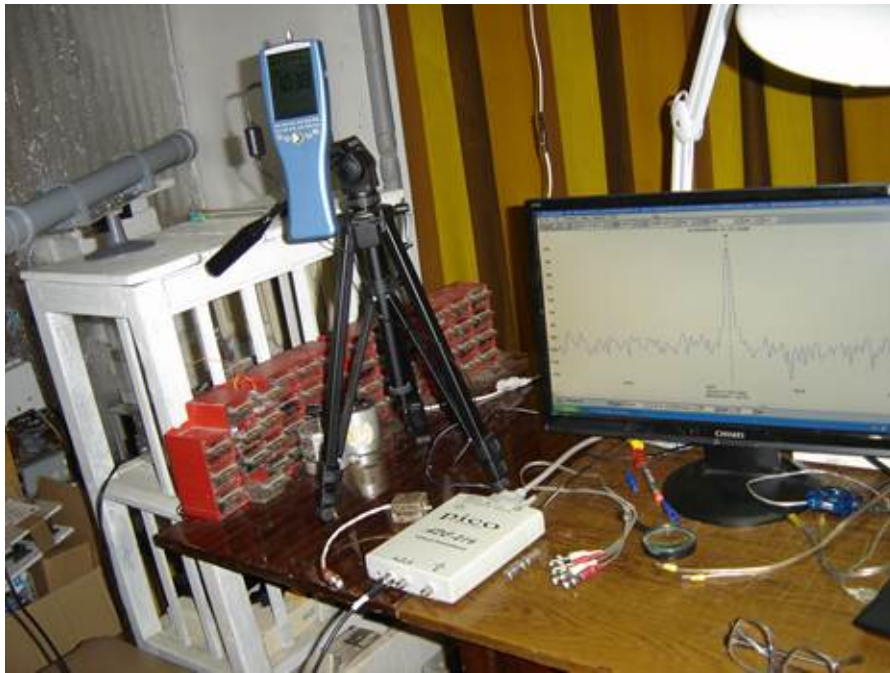


Фото.4.

В момент излучения УПЛМА электромагнитных волн в режиме **CW** (без модуляции) на частоте несущей f в пределах отрезка частот **24.2 КГц — 26.7 КГц** в лабораторном помещении в процессе данного испытания автор осуществлял контроль, как величины электрической составляющей напряжённости электромагнитного поля **Е тест** (в единицах **В/м**) с помощью, размещённого на штативе портативного анализатора спектра **АКИП- 4210/3**, представленного на **Фото.4**, так и формы спектра сигнала, зарегистрированного собственноручно автором разработанной и изготовленной пассивной приёмной ферритовой антенной **MANо 7**, внешний вид которой в герметичной оболочке представлен на **Фото.4** левее **АКИП- 4210/3**. Выходной сигнал с **MANо 7** по длине в **80 см** экранированному кабелю поступал на один из входов «**Виртуального с 16 бит АКП Двухканального Осциллоскопа — Анализатора спектра**» **Pico ADC- 216**, внешний вид которого представлен на переднем плане **Фото.4**. Кривая полученного изображения спектральной плотности зарегистрированного ими сигнала с помощью специальной программы сохранялась в виде файла памяти **IBM ThinkPad R40e**, а так же представлена как на его, так и на внешнем дисплее.

2. На **Изо.1.** представлен план проведения испытаний.



Изо.1.

Начало красной линии в верхней части справа **Изо.1** является местом нахождения «прицепа»

с УПЛМА. От этой почки зелёная линия указывает на ориентацию продольной его оси, совпадающей с направлением «Запад — Восток». В этом направлении ориентированы продольные оси ЛМА в «прицепе».

Сотрудники компании О.О.О «ЛРЭТ» (с их деятельностью можно ознакомиться на её сайте www.lret.ru) Павел Ляско, Елена Дроздова и Алексей Канакин производили измерение уровня принятого сигнала собственноручно разработанной и изготовленной автором пассивной приёмной ферритовой антенной МАН[№] 2 [2, 3, 4], установленной на специальном кронштейне, изготовленном Павлом Ляско для крепления к багажнику над кабиной своей автомашины, выполняющей роль импровизированной передвижной лаборатории (см. Фото.6).

Выходной сигнал МАН[№] 2, изображённой на Фото.6, по 1 м длиной коаксиальному кабелю поступал внутрь салона на вход работающего в режиме селективного вольтметра Нр 3581 «Wave Analyzer».

Фото 5 и Фото. 6 дают представление об реальных «условиях», в которых мои коллеги проводили измерения уровня сигнал, транслируемого УПЛМА в окружающее пространство в ряде пунктов местности, указанных на карте Изо.1.



Фото. 5. . На переднем плане слева — Алексей, справа — Павел, а за ними — Елена.



Фото. 6. Положение МАН[№] 2 над кабиной в п. К-110.

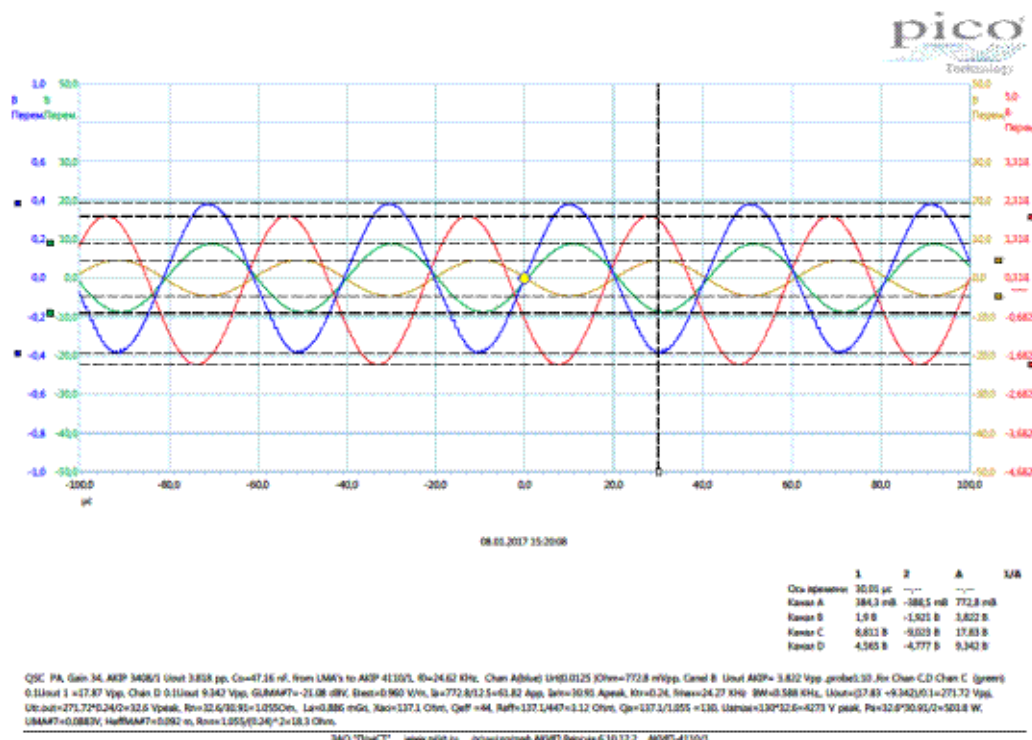
На Фото.7 — представлен вид передней панели Нр 3581 «Wave Analyzer» в момент

осуществления отсчёта показаний уровня сигнала, принятого от **MANо 2 в п.К-110**. **Еленой** осуществляла данные измерения и фотографировала переднюю панель её мобильным телефоном в каждом из пунктов местности, указанных на карте **Изо.1** как документальное подтверждение произведённого измерения в конкретном пункте пересечённой местности. В то время **Алексей** регистрировал на ноутбуке с помощью специальной программы для **Виртуального с 16 бит АКП Двухканального Осциллоскопа — Анализатора спектра АКИП4110/4**, спектральную плотность сигнала с «реставрационного» выхода **Нр 3581 «Wave Analyzer** в момент осуществления **Еленой** отсчёта на его аналоговом и цифровом индикаторах, как это можно видеть на **Фото.7** для п. **К-110**. Связь по мобильному телефону с автором осуществлял **Павел** с целью синхронизации процесса измерений.

Нр 3581 «Wave Analyzer», завёрнутый в одеяло для предупреждения возможности его охлаждения (это очень дорогой лабораторный прибор, имеющий так же возможность питания от внутренних аккумуляторов, но допускающий работу от **10 до 50 гр.Цельсия**) **Елене** пришлось держать на руках в момент каждого измерения.



Фото.7. Показания в п. К-110.

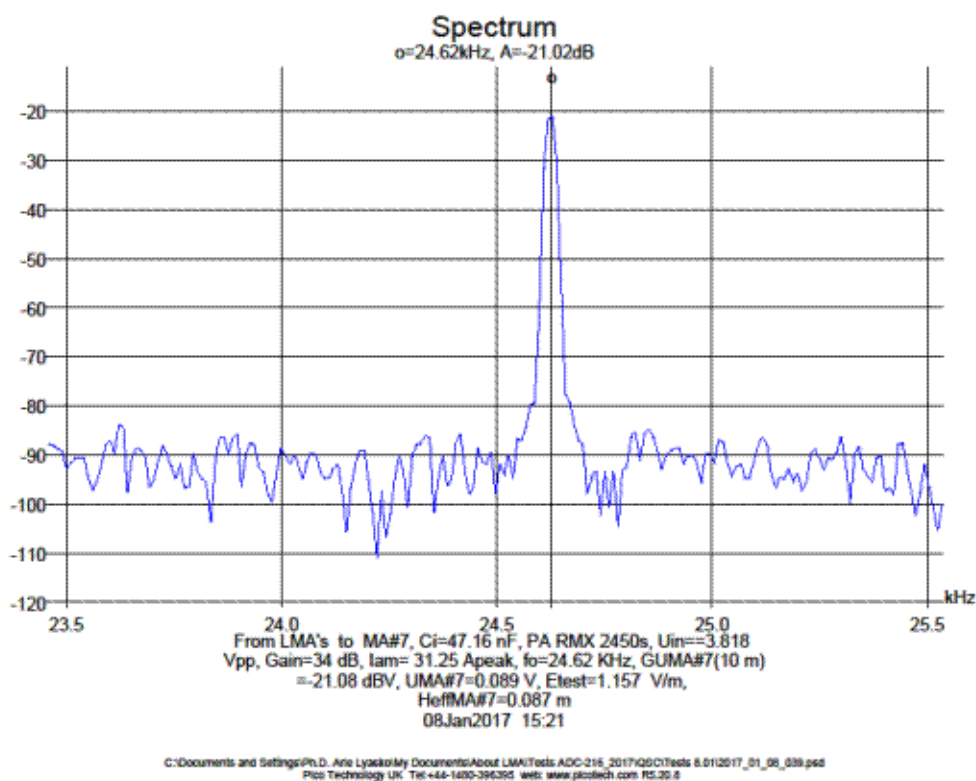


Изо.2.

3. Данный тест проводился с **13:00** до **16:00**. В момент трансляции УПЛМА в эфир в течение всего этого времени в лаборатории с использованием **Виртуального 4-х канального 12 бит АКП Осциллоскопа- Анализатора спектра АКИП — 4110/1** автором осуществлялся непрерывный мониторинг формы гармонических сигналов на частоте несущей f совпадающей с собственной частотой f_0 резонанса антенного контура тока «возбуждения»:

а) выходного напряжения УМ **U вых.** обеих его каналов, соединённых по «Мостовой схеме», нагруженных с помощью фидера первичной обмоткой согласующего трансформатора **СТ**, находящегося в «прицепе» (см. **Фото.2**), б) напряжения на выходе **ФГ** (см. **Фото.3**) и в) напряжения, пропорционального величине тока I_a «возбуждения», снятого с описанного ранее калиброванного сопротивления **0.0125 Ом**, находящегося в **БК**. Эти данные периодически записывались в виде файлов на диск компьютера, имеющего через USB соединение с **АКИП — 4110/1**. В качестве примера в **Изо.2.** приводится запись форма этих сигналов с помощью **АКИП — 4110/1** в момент измерения в п. **Р-1000**. В Примечании нижней части помещены основные рассчитанные параметры режима работы УМ, показание уровня принятого сигнала MAN $\#$ 7 измерителем **Pico ADC- 216** и показание величины напряжённости электрического поля **E(15 м)**, зафиксированное в лаборатории измерителем **АКИП- 4210/3** на дистанции **15 м** от места расположения по прямой **УПЛМА**. А на **Изо. 3** представлен график спектральной плотности в данный момент времени сигнала, излученного **УПЛМА** в эфир, и принятого в лаборатории MAN $\#$ 7, находящейся рядом с **прибором**

АКИП- 4210/3 (см.Фото.2).



Изо.3.

На **Фото. 8** представлено изображение передней панели **Hp3581 «Wave Analyzer»** в момент регистрации антенной **MANo 2** сигнала, излученное **УПЛМА**, на расстоянии **1000 м в п. Р 1000** от места расположения «прицепа», указанного на карте **Изо.1** при следующих положениях органов настройки **Hp3581 «Wave Analyzer»**:

а) Разрешающая способность **RBW=3 Гц**, определяемая указателем первого многопозиционного переключателя, расположенного левее его электродинамического прибора ЭДП.

б) с помощью «ручки» «точной настройки» сдвоенного потенциометра, расположенного в правом верхнем углу **3581 «Wave Analyzer»** максимум сигнала был достигнут на частоте **24620 Гц** ;

в) Строенный кнопочный переключатель, расположенный в левом нижнем углу находится в положении «Линейная шкала» (нижняя шкала на **ЭП** используется для отсчёта в пределах «**0 — 1** » или «**0 — 3**»);

г) Многопозиционный переключатель (первый в нижнем ряду) "**Реф. Ур. Ампл**" — в положении, обозначенный чёрным шрифтом «- **60 дБВ**», или -синим цветом «**x 0.001** », а справа от него — многопозиционный переключатель «**Чувствительность**» — в положении, обозначенным чёрным цветом «- **30 дБВ**» или — обозначенный синим цветом «**30 мВ**».



Фото.8.

Это значит, что нужно воспользоваться **нижней линейной шкалой «0 — 3» с учётом множителя 30 мкВ.**

Так как стрелка ЭДП находится в положении 0.3, это означает, что был зарегистрирован **на дистанции 1000 м сигнал с эффективным значением 3 мкВ.**

Вообще говоря, **Hp3581 «Wave Analyzer»** обладает чувствительностью **0.1 мкВ** (эффективного значения напряжения, зарегистрированного им сигнала) в диапазоне частот от **50 Гц до 56 КГц** с разрешающей способностью **RBW, равной 3 Гц, или 10 Гц, или 30 Гц, или 100 Гц, или 300 Гц.**

В процессе данных измерений многопозиционный переключатель **«RBW»**, находящийся слева первым в верхнем правом ряду передней панели всегда был в положении **«3 Гц»**,

Как можно видеть, на цифровом индикаторе высвечено значение несущей частоты принятого сигнала **24620 Гц**. Было в лаборатории установлено с помощью **АКИП- 4210/3**, что **Нэфф МАН№ 2 = 0.072 м**. Поэтому амплитудное значение электрической составляющей напряжённости электромагнитного поля (с учётом расположения п. Р-1000 под углом порядка 25 гр относительно ориентации оси «прицепа») равно $E(1000м) = 1.41 * 3мкВ * (Cos 25)^2 / 0.072м = 48.3 мкВ/м.$, тогда как на расстоянии **15 м** от места расположения **УПЛМА** (по прямой) в лаборатории **E(15 м)=0.960 В/м.**

«Действующая высот» **Нэфф МАН№ 7 = 0.092 м** (см. текст в нижней части **Изо.2**). При этом выходное напряжение антенны **МАН№ 7 UMAN№ 7= 90 мВ**, амплитудном значении тока «возбуждения» **Iам = 30.91 А**, и подведённая к **УПЛМА** (с учётом потерь в **25 метровом фидере**, в согласующем трансформаторе **СТ** и в калиброванном сопротивлении **0.0125 Ом**, размещённое в **БК**)

мощность **Pa=503.8 Ватт.**

4. Интерес составляет сопоставление полученного в результате этого теста **эффективного значения принятого сигнала UMAN№ 2 = 3 мкВ** и полученного значения напряжённости поля **E(1000м) = 48.3 мкВ/м** в пункте Р-1000 с ожидаемыми значениями аналогичных параметров, полученных автором теоретическим путём с использованием формул расчёта **передающей ЛМА**, как

типичного представителя *Элементарного Магнитного Диполя Герца* (МДГ) в им опубликованных в «*Научном Евразийском журнале*» во второй половины 2016 года [2,3,4,5,6,7].

Ниже прилагается копия файла расчёта основных характеристик УПЛМА, полученных по упомянутым формулам с помощью компьютерной программы *MathCAD V 7.0* [7] : её стр1 изложена в **Изо.4**, стр.2 — в **Изо.5**, стр. 3 в — **Изо.6**.

$$\begin{aligned}
 \mu_0 &:= 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ henry (1 - 1)} & dc &:= 0.068 \text{ m} & N &:= 184 & f &:= 24620 \text{ Hz} \\
 L_0 &:= 0.0233 \cdot 10^{-3} \text{ henry (1 - 2)} & L &:= 2.33 \cdot 10^{-5} \text{ henry} & \mu_{eff} &:= 38 \\
 L_{a1} &:= \mu_{eff} L_0 & L_{a1} &:= 8.854 \cdot 10^{-4} \text{ henry (1 - 4)} \\
 i_0 &:= \sqrt{1} & l_m &:= 1 \text{ m} & D &:= 1000 \text{ m} & \omega &:= 8.854187817 \cdot 10^{11} \frac{\text{fhrad}}{\text{m}} \\
 \pi &:= 3.142 & e &:= 2.718 & e^i &:= 0.54 + 0.841i & e^{-i} &:= 0.54 - 0.841i \\
 \mu &:= 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{henry}}{\text{m}} & \mu_r &:= 1 & \theta &:= 0 & sr &:= 1 & \omega &:= 8.854187817 \cdot 10^{11} \frac{\text{fhrad}}{\text{m}} \\
 \mu_0 &:= 1.257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{henry}}{\text{m}} & \omega_0 &:= 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{fhrad}}{\text{m}} & \mu_0 &:= 1.257 \cdot 10^{-6} \text{ em}^{-1} \text{ henry} \\
 \epsilon &:= sr \cdot \omega_0 & \omega &:= \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \cdot \epsilon_0}} & \omega &:= 2.998 \cdot 10^8 \text{ em}^{-1} & sr &:= 1 \\
 \omega &:= 2.998 \cdot 10^8 \text{ em}^{-1} & \omega &:= \omega & \omega &:= \omega & \omega &:= \omega & \omega &:= \omega \\
 \omega &:= 2.998 \cdot 10^8 \text{ em}^{-1} & \omega &:= \omega & \omega &:= \omega & \omega &:= \omega & \omega &:= \omega \\
 \lambda_0 &:= 1.218 \cdot 10^4 \text{ em} & \omega &:= 2 \cdot \frac{\pi}{\lambda_0} & \omega &:= 5.16 \cdot 10^{-4} \text{ em}^{-1} & \omega &:= 2 \cdot D \cdot \frac{\pi}{\lambda_0} \\
 \omega &:= 0.516 & \omega &:= \frac{\omega}{f} & \omega &:= 1.218 \cdot 10^4 \text{ em} & \omega &:= 2 \cdot \frac{\pi}{\lambda_0} \\
 \omega &:= 2 \cdot D \cdot \frac{\pi}{\lambda_0} & \omega &:= 0.516 & \omega &:= \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} & \omega &:= 376.73 \text{ ohm} & \omega &:= \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \cdot \omega_0 \\
 \omega &:= 376.73 \text{ ohm} & N &:= 184 \\
 mE_\theta &:= \text{Im} \frac{lm}{(4 \cdot \pi)} \cdot (D^2 + i \cdot \lambda^{-1} \cdot D^2) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot D} \cdot \cos(\theta) \\
 mH_\phi &:= \text{Im} \frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot W_0} \cdot (-i \cdot D^3 + \lambda^{-1} \cdot D^2 + \lambda^{-2} \cdot D^2) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot D} \cdot \cos(\theta) \\
 mH_\theta &:= \text{Im} \frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot W_0} \cdot (-i \cdot D^3 + \lambda^{-2} \cdot D^2) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot D} \cdot \sin(\theta) & I_{sm} &:= 30.91 \text{ A} & Q_{a1} &:= 130 \\
 BW1 &:= \frac{f}{Q_{a1}} & BW1 &:= 189.385 \text{ kHz} & \omega &:= 2 \cdot \pi \cdot f & \omega &:= 6.283 \cdot \omega & f &:= 2.462 \cdot 10^4 \text{ kHz} \\
 N &:= 184 & \mu_{eff} &:= 38 & Q_{a1} &:= 132.4 \\
 L_{a1}(dc, k, N) &:= \mu_{eff} \cdot L_0(dc, k, N) & L_{a1}(dc, k, N) &:= L_{a1}(dc, k, N) & k &:= 1.5
 \end{aligned}$$

Изо.4

$$\begin{aligned}
X_{al}(dc, lc, N, \omega l) &:= i \cdot \omega l \cdot L_{al}(dc, lc, N) & X_{al}(dc, lc, N, \omega l) &= 136.964i \cdot \text{ohm} \\
U_{am1}(dc, lc, N) &:= I_{sm} \cdot X_{al}(dc, lc, N, \omega l) & U_{am1}(dc, lc, N) &= 4.234 \cdot 10^3 i \cdot \text{V} & R_n &:= \frac{X_{al}(dc, lc, N, \omega l)}{Q_{al}} \\
|X_{al}(dc, lc, N, \omega l)| &= 136.964 \cdot \text{ohm} & \text{Coa} &:= \frac{-1}{X_{al}(dc, lc, N, \omega l) \cdot \omega l \cdot i} & \text{Coa} &= 4.72 \cdot 10^{-8} \cdot \text{farad} \\
mE_{\varphi} &= I_{sm} \cdot \frac{\text{Im}}{(4 \cdot \pi)} \cdot (D^{-2} + i \cdot \lambda^{-1} \cdot D^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \alpha \cdot D} \cdot \cos(\theta) & \lambda \omega l &= 1.218 \cdot 10^4 \cdot \text{vm} & R_n &= 1.034 \cdot \text{ohm} \\
mH_{\theta} &= I_{sm} \cdot \text{Im} \cdot \frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot W_0} \cdot (-i \cdot D^{-3} + \lambda^{-1} \cdot D^{-2} + \lambda^{-2} \cdot D^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \alpha \cdot D} \cdot \cos(\theta) & L_{\theta}(dc, lc, N) &= 2.33 \cdot 10^{-5} \cdot \text{henry} \\
mH_{\rho} &= I_{sm} \cdot \text{Im} \cdot \frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot W_0} \cdot (-i \cdot D^{-3} + \lambda^{-2} \cdot D^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \alpha \cdot D} \cdot \sin(\theta) & \theta &:= 0 & J &:= 1 & D &= 1 \cdot 10^3 \cdot \text{vm} \\
E_{al}(dc, lc, N) &:= \frac{U_{am1}(dc, lc, N)}{\pi \cdot dc \cdot N} & E_{al}(dc, lc, N) &= 107.704i \cdot \frac{\text{V}}{\text{m}} \\
\left[\frac{\text{Im}}{4 \cdot \pi} \cdot (dc^{-2} + i \cdot \lambda \omega l^{-1} \cdot dc^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot dc} \cdot \cos(\theta) \right] &= 17.21 - 5.077 \cdot 10^{-4} i \cdot \text{vm}^{-1} \\
J_{al} &:= \frac{E_{al}(dc, lc, N)}{\left[\frac{\text{Im}}{(4 \cdot \pi)} \cdot (dc^{-2} + i \cdot \lambda \omega l^{-1} \cdot dc^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot dc} \cdot \cos(\theta) \right]} & J_{al} &= -1.846 \cdot 10^{-4} + 6.258i \cdot \text{V} \\
|J_{al}| &= 6.258 \cdot \text{V} & \theta &= 0 & v1 &:= \frac{|J_{al}|}{I_{sm}} & v1 &= 0.202 \cdot \text{ohm} \\
& & & & \omega \omega &= 5.16 \cdot 10^{-4} \cdot \text{vm}^{-1} \\
e^{-i \cdot \omega \cdot D} &= -0.87 - 0.493i & \cos(\theta) &= 1 \\
mE_{\phi 1}(D, \text{Im}, \lambda \omega l, \omega \omega, \theta) &:= J_{al} \cdot \frac{\text{Im}}{(4 \cdot \pi)} \cdot (D^{-2} + i \cdot \lambda \omega l^{-1} \cdot D^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot D} \cdot \cos(\theta) \\
mE_{\phi 1}(D, \text{Im}, \lambda \omega l, \omega \omega, \theta) &= 2.101 \cdot 10^{-7} + 4.534 \cdot 10^{-7} i & |mE_{\phi 1}(D, \text{Im}, \lambda \omega l, \omega \omega, \theta)| &= 4.997 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{\text{V}}{\text{m}} \\
\text{For MA\#2} & \text{Heff1} &:= 0.072 \cdot \text{m} \\
U_{11outMA2} &:= \text{Heff1} \cdot |mE_{\phi 1}(D, \text{Im}, \lambda \omega l, \omega \omega, \theta)| & D &= 1 \cdot 10^3 \cdot \text{vm} \\
U_{11outMA2} &= 3.598 \cdot 10^{-8} \cdot \text{V} & J_{sm} &:= J_{al} \\
mH_{\theta 1}(D, \lambda \omega l, \omega \omega, J_{al}, \text{Im}, W_0, \theta) &:= \left(J_{al} \cdot \text{Im} \cdot \frac{\lambda \omega l}{4 \cdot \pi \cdot W_0} \right) \cdot [-i \cdot D^{-3} + \lambda \omega l^{-1} \cdot D^{-2} + (\lambda \omega l)^{-2} \cdot D^{-1}] \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot D} \cdot \cos(\theta) \\
mH_{\theta 1}(D, \lambda \omega l, \omega \omega, J_{al}, \text{Im}, W_0, \theta) &= 1.471 \cdot 10^{-8} - 6.698 \cdot 10^{-9} i \cdot \text{vm}^{-1} \cdot \text{A}
\end{aligned}$$

Изо.5.

$$\begin{aligned}
& |mH\theta_1(D, \lambda o_1, \omega, J_{a1}, l_m, W_o, \theta)| = 1.616 \cdot 10^{-8} \cdot m^{-1} \cdot A \\
U_{12outMA2} & := W_o \cdot Heff1 \cdot |mH\theta_1(D, \lambda o_1, \omega, J_{a1}, l_m, W_o, \theta)| \quad U_{12outMA2} = 4.383 \cdot 10^{-7} \cdot V \\
mH\theta_1(J_{a1}, l_m, \lambda o_1, \omega) & := J_{a1} \cdot l_m \cdot \frac{\lambda o_1}{4 \cdot \pi \cdot W_o} \cdot (-i \cdot D^3 + \lambda o_1^{-2} \cdot D^{-1}) \cdot e^{-i \cdot \omega \cdot D} \cdot \sin(\theta) \quad I_{am} = 30.91 \cdot A \\
|J_{a1}| & = 6.258 \cdot V \\
mH\theta_1(J_{a1}, l_m, \lambda o_1, \omega) & = 0 \cdot m^{-1} \cdot A \quad U_{\Sigma 1outMA2} := \sqrt{(|U_{11outMA2}|)^2 + (|U_{12outMA2}|)^2} \\
U_{\Sigma 1outMA2} & = 4.398 \cdot 10^{-7} \cdot E := \frac{U_{\Sigma 1outMA2}}{Heff1} \cdot \frac{\lambda o_1}{2 \cdot \pi} = 1.938 \cdot 10^{-3} \cdot mE = 6.109 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{V}{m} \\
Ktr1 & := 0.24 \quad Rn = 1.034 \cdot \text{ohm} \quad Ktr1 = 0.24 \\
P_{sum} & := I_{am}^2 \cdot \frac{Rn}{2} \quad E_{sum} := E \quad E_{sum} = 6.109 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{V}{m} \quad R_{sum} := \frac{Rn}{Ktr1^2} \\
U_{outMA2} & := E_{sum} \cdot Heff1 \quad U_{outMA2} = 4.398 \cdot 10^{-7} \cdot V \quad P_{sum} = 494.183 \cdot \text{watt} \\
R_{sum} & = 17.96 \cdot \text{ohm}
\end{aligned}$$

Изо.6

Основные параметры для расчёта были взяты из данных текста в нижней части **Изо.2**.

На основании информации, изложенной в тексте **Изо.6** видим, что амплитудное значение напряжение на выходе MANo 2 на дистанции 1000 м составило величину $U_{MANo 2} = 0.44 \text{ мкВ}$, *вместо полученного его измеренного значения, равного $U_{MANo 2} = 3 \text{ мкВ}$, а $E(1000 \text{ м}) = 6.1 \text{ мкВ/м}$ вместо*

$E(1000 \text{ м}) = 48.3 \text{ мкВ/м}$. Это в первую очередь объясняется тем, что используемые авторы формулы были выведены автором без учёта возникающего в ЛМА эффекта искусственного возникновения "вектора Умова — Пойнтинга" в теле ЛМА [1,2]. Поскольку

автор рассматривал вывод таких выражений для модели ЛМА в качестве первого приближения лишь как типичную представительницу Элементарного МДГ.

5. Из курса Радиотехники принято было ВУЗ СССР считать, что передатчик обладает мощностью излучения моно гармоничного сигнала $P_{\text{рад}} = 1000$ Ватт, если на расстоянии в 1000 метров он создаёт напряжённость электрического поля $E = 300$ мВ/м. Поскольку при данных измерениях напряжённость электрического поля в п. Р-1000 имеет значение $E(1000 \text{ м}) = 48.3$ мкВ/м, то можно предположить, что $P_{\text{рад}}$ не меньше 0.16 Ватт при потреблении мощности от УМ собственно резонансным контуром УПЛМА равной 126 Ватт

Литература

1. А.Б. Ляско, Патент РФ № 2428774 на изобретение «Передающие Линейные Магнитные Антенны (ЛМА)», 10 Сентября 2010 г., ФИПС, Москва.
2. А.Б. Ляско, «Сферические волны передающей линейной магнитной антенны (Часть 1)», «Евразийский научный журнал» № 6, Июнь 2016 г.
3. А.Б. Ляско, «Сферические волны передающей магнитной антенны (Часть 2)», «Евразийский научный журнал» № 7, Июль 2016 г.
4. А.Б. Ляско, «О реальной возможности использования линейных магнитных антенн (ЛМА) для электромагнитной двусторонней трансляции дискретной информации в морской среде между мобильными объектами в диапазоне КНЧ», «Евразийский научный журнал» № 8, Август 2016 г.
5. А.Б. Ляско, «Об испытании модели линейной магнитной антенны ЛМА № 20м1 (Часть 1)», «Евразийский научный журнал» № 11, Ноябрь 2016 г.
6. А.Б. Ляско, «Об испытании модели линейной магнитной антенны ЛМА № 20м1 (Часть 2)», «Евразийский научный журнал» № 12, Декабрь 2016 г.
7. А.Б. Ляско, «Об испытании модели линейной магнитной антенны ЛМА № 20м1 (Часть 1)», «Евразийский научный журнал» № 11, Ноябрь 2016 г.
8. А.Б. Ляско, «Об испытании модели линейной магнитной антенны ЛМА № 20м1 (Часть 2)», «Евразийский научный журнал» № 12, Декабрь 2016 г.
9. А.Б. Ляско, «Об испытании модели линейной магнитной антенны ЛМА № 20м1 (Часть 1)», «Евразийский научный журнал» № 11, Ноябрь 2016 г.
10. А.Б. Ляско, «Об испытании модели линейной магнитной антенны ЛМА № 20м1 (Часть 2)», «Евразийский научный журнал» № 12, Декабрь 2016 г.
11. Программа «MathCAD V 7.0 MathSoft Ink.»