ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАГНИТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ИЗМЕРЕНИЯ 20–600 МГЦ

Коноплицкий Андрей Степанович

Сотрудик Оперативно-аналитического центра при Президенте Республике Беларусь,

кандидат технических наук

Побочное излучение монитора
Переизлучения на комбинационных частотах
Непосредственное излучение линии
Побочное излучение активного оборудования
Побочное излучение клавиатуры
Побочное излучение и перекрестные наводки от телефонной линии

Типовой автоматизированный комплекс для проведения специальных исследований защищенности информационных ресурсов ПЭВМ от утечки за счет побочных электромагнитных излучений

Антенна НБА-02
(9 кГц – 2,5 ГГц)

Основные технические характеристики

Наименование	Номинальная величина
Диапазон рабочих частот, не менее, МГц:	
• электрического поля	от 0,01 до 1800
• магнитного поля	от 0,01 до 30
• напряжения переменного тока	от 0,01 до 300

$f \leq 30$ МГц

Система обработки сигналов
на базе ноутбук

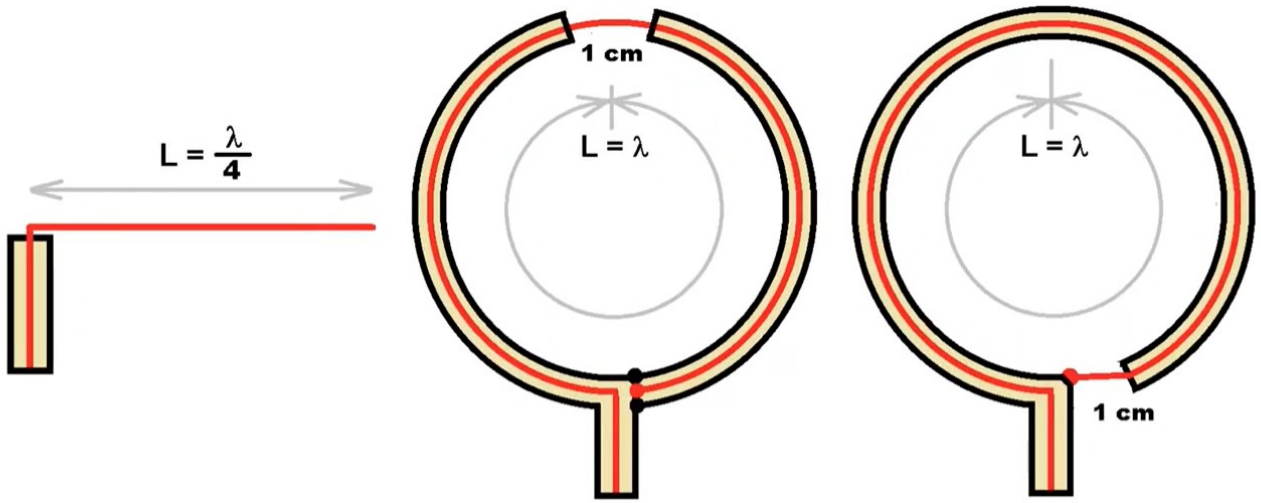
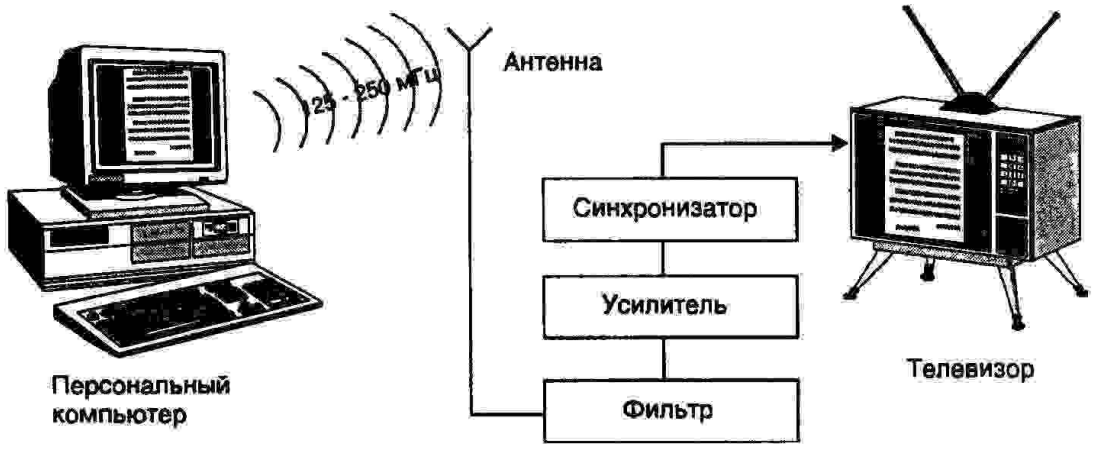


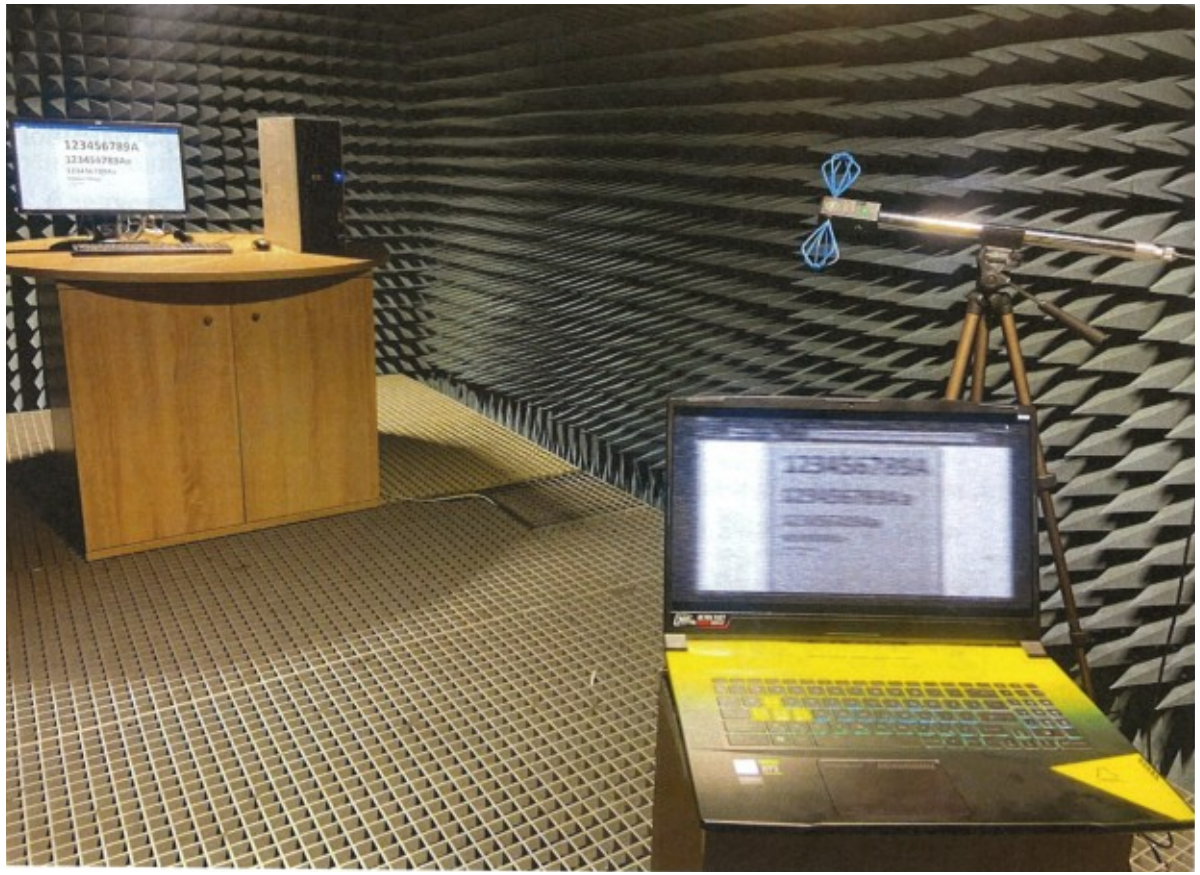
Таблица 1.1 Основные параметры частотных каналов метровых воля

Номер канала	$f_н$, МГц	$f_э$, МГц	$f_с$, МГц	$\lambda_н$, мм	$\lambda_э$, мм	$\lambda_с$, мм
1	49,75	56,25	52,900	6030	5333	5671
2	59,25	65,75	62,415	5063	4563	4807
3	77,25	83,75	80,434	3883	3582	3730
4	85,25	91,75	88,440	3519	3270	3392
5	93,25	99,75	96,445	3217	3008	3111
6	175,25	181,75	178,470	1712	1651	1681
7	183,25	189,75	186,472	1637	1581	1609
8	191,25	197,75	194,473	1569	1517	1543
9	199,25	205,75	202,474	1506	1458	1482
10	207,25	213,75	210,475	1448	1404	1425
11	215,25	221,75	218,476	1394	1353	1373
12	223,25	229,75	226,477	1344	1306	1325

Таблица 1. 2 Основные параметры каналов дециметровых волн

Номер канала	$f_н$, МГц	$f_э$, МГц	$f_с$, МГц	$\lambda_н$, мм	$\lambda_э$, мм	$\lambda_с$, мм
21	471,25	477,75	474,489	637	628	632
22	479,25	485,75	482,489	626	618	622
23	487,25	493,75	490,489	616	608	612
24	495,25	501,75	498,489	606	598	602
25	503,25	509,75	506,490	596	589	592
26	511,25	517,75	514,490	587	579	583
27	519,25	525,75	522,490	578	571	574
28	527,25	533,75	530,490	569	562	566
29	535,25	541,75	538,490	560	554	557
30	543,25	549,75	546,490	552	546	549
31	551,25	557,75	554,490	544	538	541
32	559,25	565,75	562,491	536	530	533
33	567,25	573,75	570,491	529	523	526
34	575,25	581,75	578,491	522	516	519
35	583,25	589,75	586,491	514	509	512
36	591,25	597,75	594,491	507	502	505





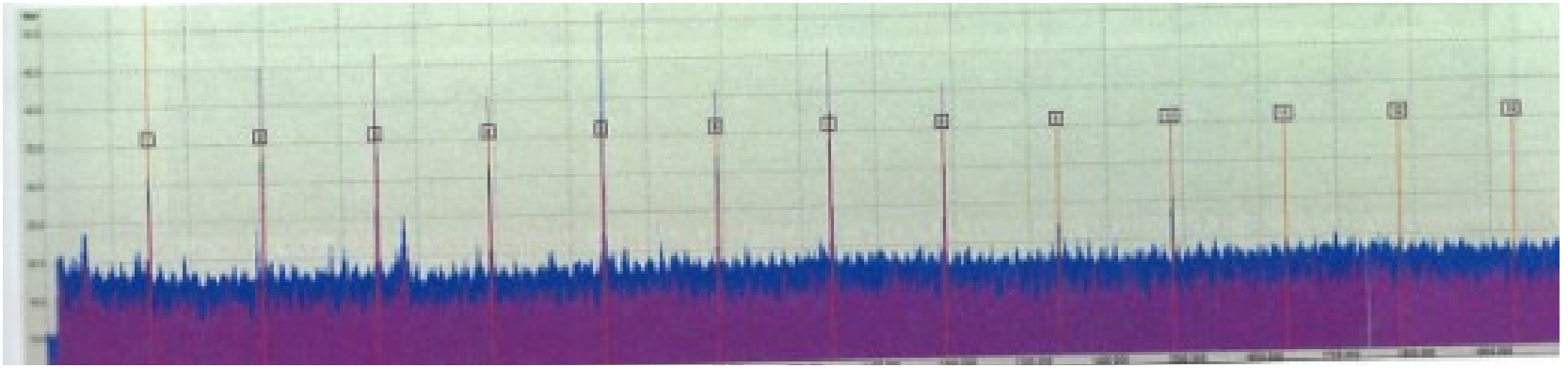
$$f_T = f_v x_i y_i \quad (1)$$

где f_v – частота следования кадров;

x_i и y_i – горизонтальный и вертикальный размеры экрана в пикселях с учетом интервалов следованиях синхроимпульсов и интервалов гашения.

Например, для монитора с разрешением 1920x1080 и частотой развертки 60 Гц составляет 74,25 МГц.

$$74{,}25 >> 30\ МГц$$

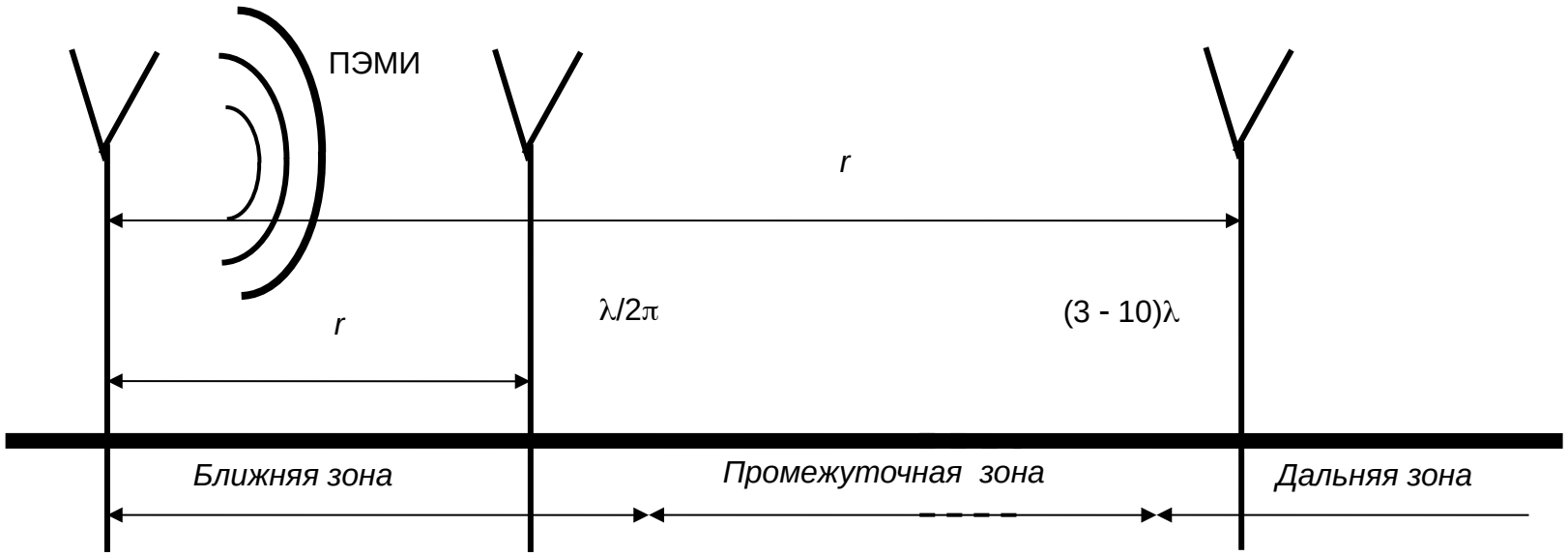


$$q^2 = \frac{P_c}{P_ш} = \frac{H^2 \rho G_a(\lambda)\lambda^2}{8\pi P_ш \eta_a} \qquad (2)$$

Антенна Излучателя (СВТ)

Измерительная антенна *(в ближней зоне)*

Измерительная антенна *(в дальней зоне)*



$$H(r)\big|_{r=R} = H(r)\big|_{r=d}\, K_0(r)\big|_{r=R}$$

$$K_0(r) = 1/V_r = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{H^2 \rho G_a(\lambda)\lambda^2}{8\pi P_ш \delta^2 \eta_a}}} \qquad (3)$$

$$K_0(r) \approx \begin{cases} 1/r^2, & r \le L_б \\ 1/r^3, & L_б \le r \le L_д \\ 1/r, & r \ge L_д \end{cases} \qquad (4)$$

Путем «сшивания» значений электромагнитного поля на границах зон для типового случая расстояния $r > d$ получены следующие выражения для коэффициента ослабления:

при $L_б \geq d$

$$\begin{cases} K_0(r) = \dfrac{d^2}{r^2}, d \leq r \leq L_б; \\ K_0(r) = \dfrac{d^2}{L_б r^3}, d \leq r \leq L_б; \\ K_0(r) = \dfrac{d^2}{L_б L_д r}, r > L_д. \end{cases}$$

при $L_б < d < L_д$

$$\begin{cases} K_0(r) = \dfrac{d^3}{r^3}, d \leq r \leq L_д; \\ K_0(r) = \dfrac{d^3}{L_д r}, r > L_д. \end{cases}$$

при $d \geq L_д$

$$K_0(r) = \frac{d}{r}.$$

Альтернативное выражение для определения коэффициента ослабления побочных электромагнитных излучений по магнитному полю

$$K_0(r) = \frac{d^2}{r^2}\sqrt{\frac{(2\pi/\lambda)^2 r^2 + 1}{(2\pi/\lambda)^2 d^2 + 1}}.$$

$$d = \frac{D_m^2}{1{,}62\lambda}.$$

где D_m – линейный геометрический размер технического средства обработки информации, м.

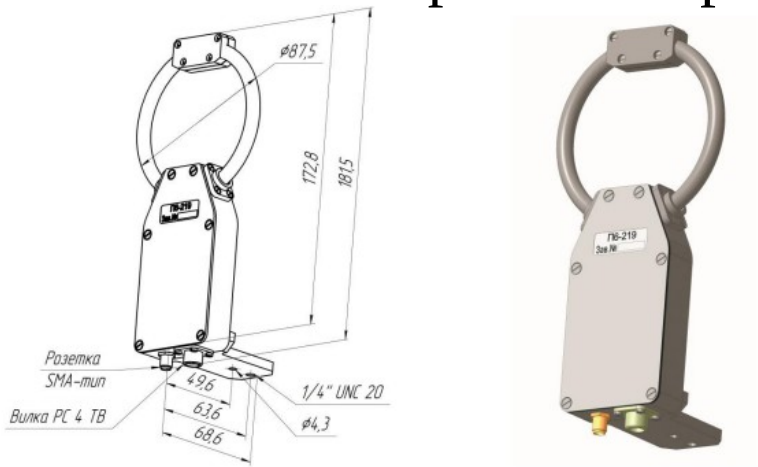


Рисунок 1 – Габаритный чертеж и 3*D*-модель антенны П6-219

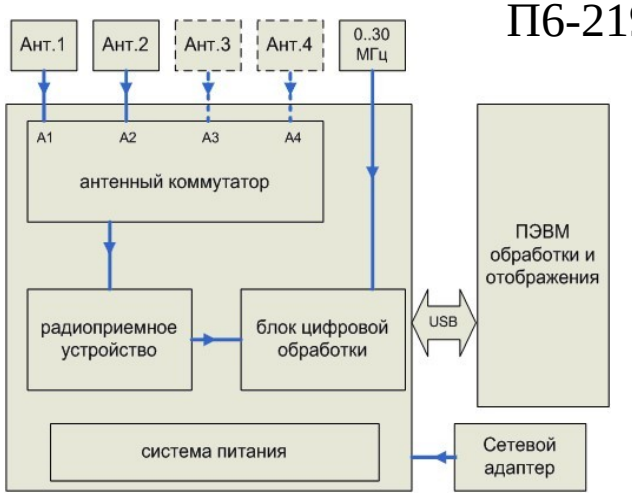


Рисунок 2 – Состав комплекса радиомониторинга Кассандра и его функциональная схема

Рисунок 3 – Схема расчетно-инструментального метода оценки защищенности ПЭВМ от утечки информации за счет ПЭМИ по магнитной составляющей

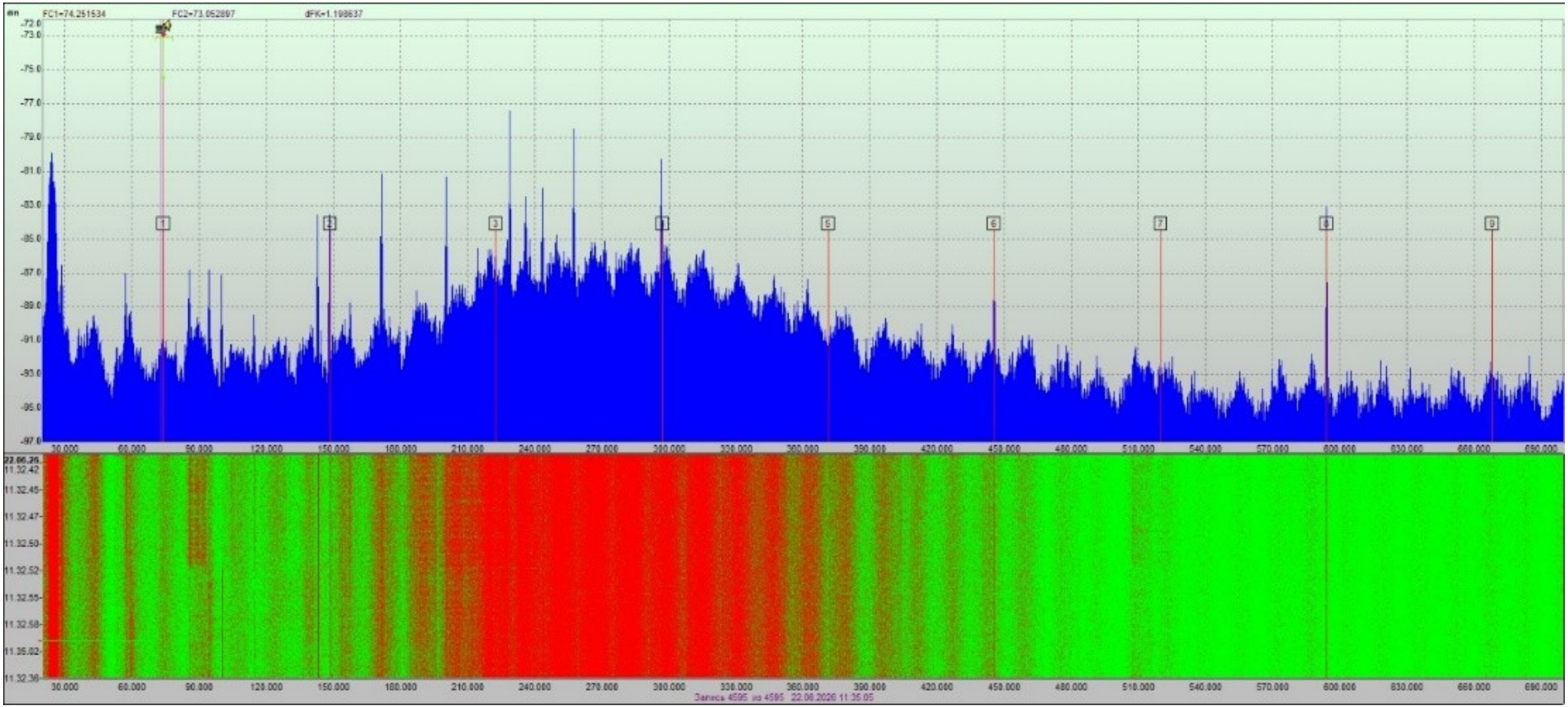
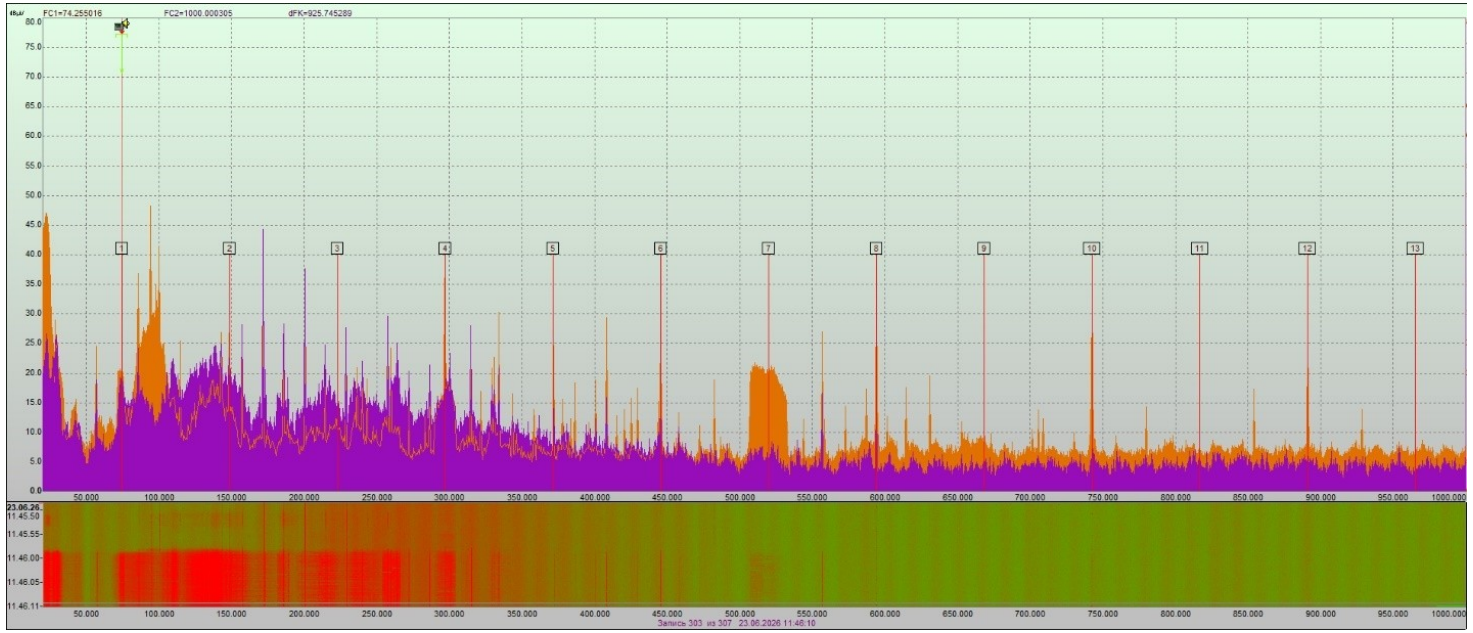
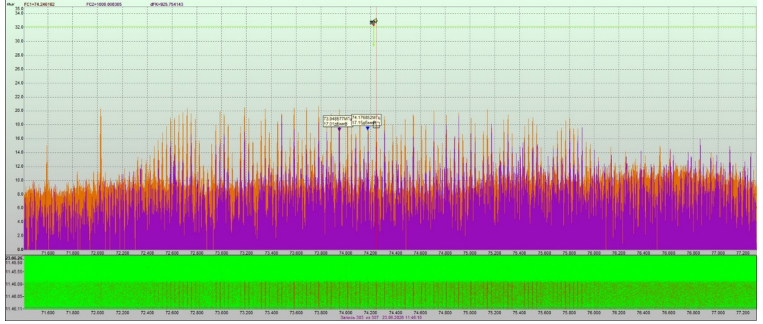
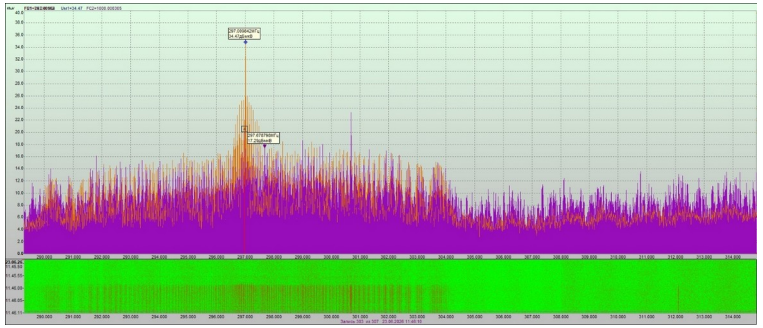


Рисунок 4 – Спектрограммы гармоник излучения тестового сигнала от видеоинтерфейса

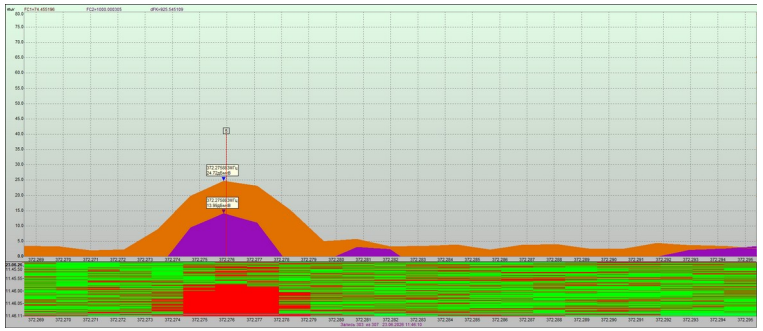


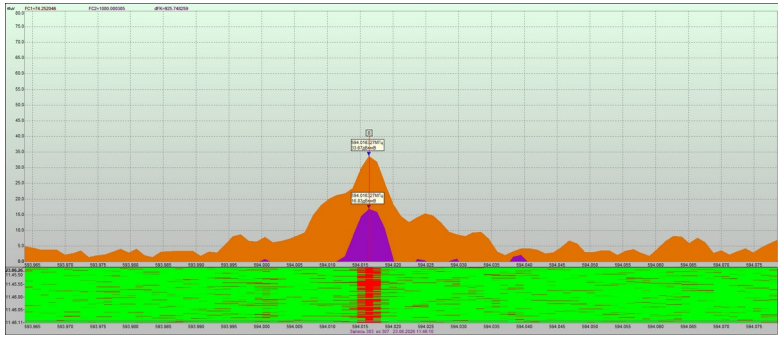




$$\rho H = H + 51{,}5 \text{ дБ},$$

где 51,5дБ – значение, эквивалентное умножению в абсолютных величинах
на волновое сопротивление свободного пространства.

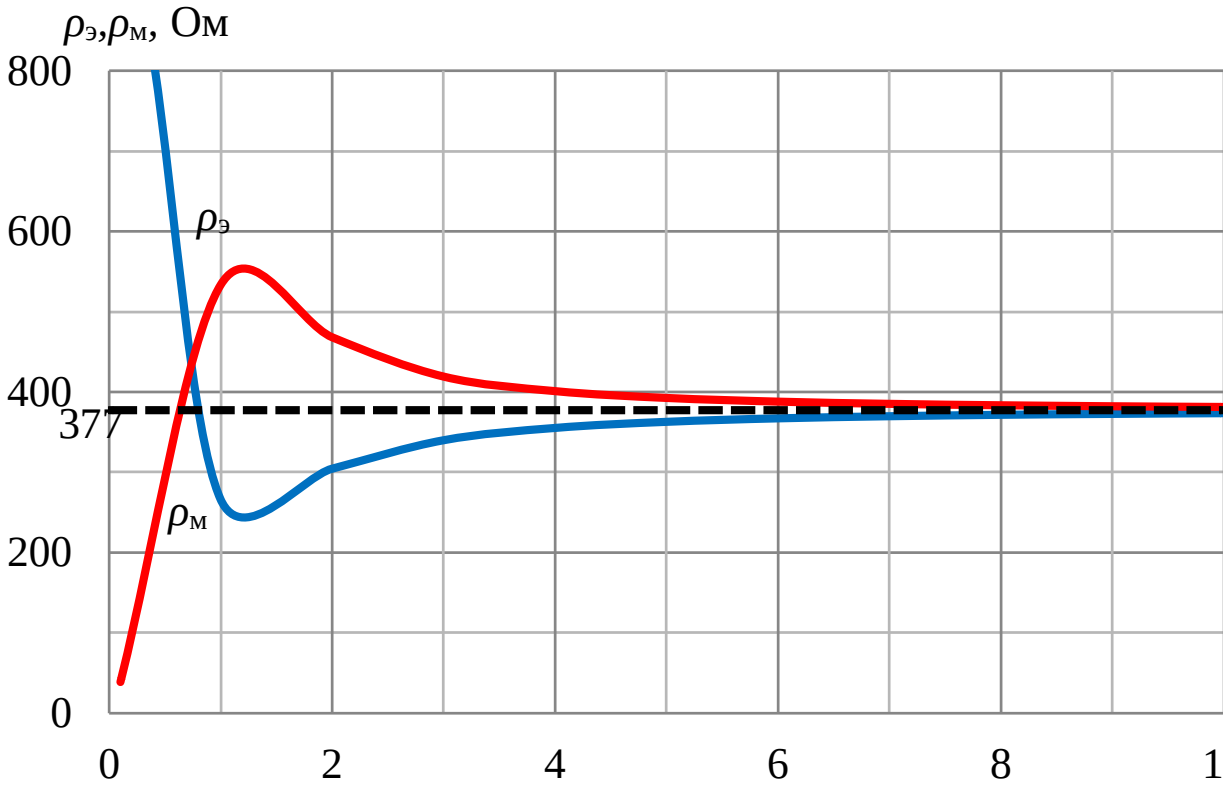


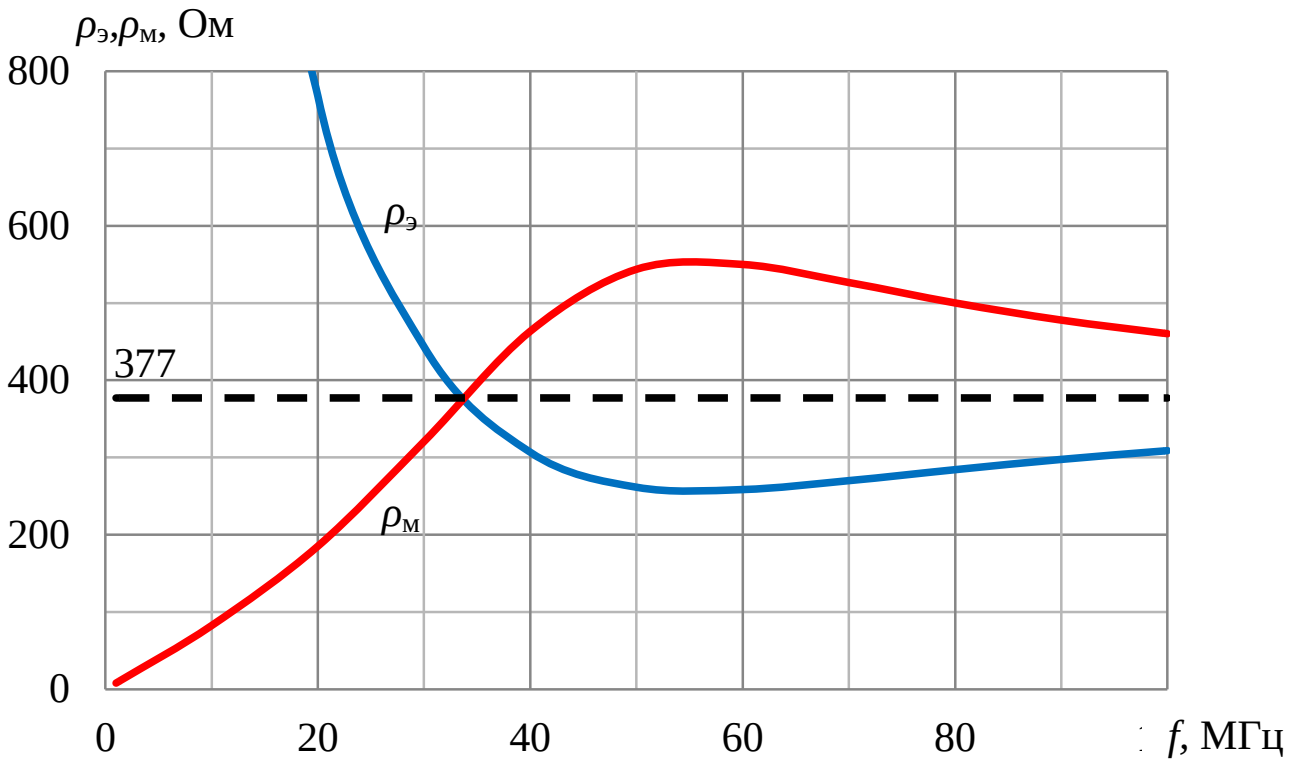


Заключение

Таким образом, при проведении специальных исследований СВТ измерения параметров ПЭМИ необходимо выполнять по магнитному полю в диапазоне частот выше 30 МГц. Особенно, когда оценка защищенности (эффективности защиты) информации, обрабатываемой СВТ, проводится применительно к аппаратуре приема, находящейся в ближней или промежуточной зонах ПЭМИ СВТ.

Спасибо за внимание!


ρэ,ρм, Ом
800
600
400
377
200
0
ρэ
ρм
0
2
4
6
8
1


ρэ,ρм, Ом
800
600
400
377
200
0
ρэ
ρм
0
20
40
60
80
f, МГц