

### 1. Объект испытаний.

Лампы светодиодные красного свечения УПС ЗК-А-48.

### 2. Цель испытаний.

Проверка уровня поля, излучаемого лампой на расстоянии 3 метра в диапазоне частот 900-2200 МГц.

### 3. Дата и место испытаний.

3.1. Дата 07.10.2011г. Автономная некоммерческая организация ИЛ ТС ЭМС АНО «Радиооборонтест» на территории предприятия ОАО «Радиофизика», экранированная безэховая камера БЭК № 1, корпус 3, 2<sup>й</sup> этаж.

Аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ 32 ГНИИИ МО РФ, реестр №034021 внесен 10 ноября 2008г., действителен до 10 ноября 2013г. Шифр калибровочного клейма ГЕС.

3.2. Испытание изделия проведены представителями организации ИЛ ТС ЭМС АНО «Радиооборонтест».

### 4. Аппаратура и оборудование:

- измерительная площадка в БЭК 1, уровень экранировки БЭК не менее 80 дБ;
  - измерительный приёмник электромагнитных излучений тип ESPI-3 R&S, зав. № 100286, погрешность измерения не более 1,5 дБ, уровень собственных шумов в диапазоне 10-1000 МГц не более – 142 дБм, в диапазоне 1-3 ГГц не более – 140 дБм, Св.№3038440/12 4028 до 24.11.2011г.;
  - комплект антенн направленных HE-200 R&S, зав. №101724 с.к. №024/55-10 до 26.04.2012г., антенна №3. Антенный фактор см. Приложение 1, погрешность калибровки ±2 дБ;
- Погрешность измерения ±3 дБ.

### 5. Методика испытаний и обработки результатов измерений.

5.1. Выбор оптимального режима измерений с точки зрения чувствительности приёмника и времени измерений.

Измерение низких уровней сигнала возможно только при узкой полосе пропускания приёмника. При этом значительно возрастает время измерения.

Тип фильтра	RBW, Гц	VBW, Гц	SPAN	Sweep/ASQ time, сек	Referens level, дБм	PA,PS	Уровень шумов	Кол-во полос	Время изм., сек
3 дБ	10	3	100 кГц	3400	-64	+	-148 дБм	13000	44200000 (511 сут.)
6 дБ	200	3	100 кГц	76	-64	+	-144 дБм	13000	988000 (274 ч)
FFT	3		500 МГц	83334	-50		-142 дБм	3	250002 (69,4час)
FFT	10		1300 МГц	32500	-50		-135 дБм	1	32500 (9 час)

Для проведения измерений был выбран уровень шумов на 6 дБ меньше заданного допустимого уровня – 129,5 дБм, т.е. -135 дБм, что возможно осуществить при использовании FFT (Фурье) фильтра с полосой пропускания RBW равной 10 Гц. При таком выборе режима измерительного приёмника имеется возможность установить полосу обзора (SPAN) равной 1300 МГц, т.е. провести измерение в заданной полосе

частот 900-2200 МГц за один проход. Время измерения при этом составляет порядка 9 часов. Для проведения таких длительных испытаний решено было проводить их в вечернее и ночное время с 16-00 до 10-00 часов. Для проведения непрерывных измерений на приёмнике был установлен режим Trace Max Hold. В результате за 18 часов непрерывной работы приёмник успеваеt дважды пройти весь диапазон от 900 до 2200 МГц и накопить результаты по двум замерам.

5.2. Проверка собственных шумов приёмника в заданном диапазоне частот при подключенной к входу приёмника согласованной нагрузки и измерительной антенны.

Перед проведением измерений шумов лампы, для оценки возможности проведения измерения низких уровней сигналов в экранированной камере, необходимо провести следующие измерения:

- при подключенной к входу приёмника согласованной нагрузки, что позволит выявить собственные шумы приёмника;
- при подключенной к входу приёмника измерительной антенны, что позволит определить достаточность уровня экранировки экранированного помещения.

5.3. Измерение сигналов от испытываемой лампы.

Установить испытываемую лампу на подставку на расстоянии 3 метра от измерительной антенны на высоте 1,5 метра от пола. Подключить лампу к блоку питания.

Подключить измерительную антенну HE-200 №3 к измерительному приёмнику.

Режим работы антенны – пассивный.

Включить и прогреть приёмник и испытываемую лампу в течение 15 минут.

Установить все режимы измерения и параметры приёмника такие же как при измерении собственных шумов приёмника при подключенной согласованной нагрузке.

Запустить режим измерения.

При проведении измерений не открывать обе двери экранированной камеры одновременно, при входе и выходе соблюдать режим шлюзования.

5.4. Результаты измерений. Обработка результатов измерений.

На рисунках 1,2,3 приведены спектры сигналов, полученные при измерении:

- с подключенной к входу приёмника согласованной нагрузкой;
- с подключенной к входу приёмника измерительной антенной и выключенной лампой;
- с включённой лампой.

Не трудно заметить, что на всех трёх рисунках в измеренных спектрах присутствуют составляющие с одинаковыми частотами и амплитудами. Эти частотные составляющие спектра являются собственными частотами приёмника. Для исключения этих частот из рассмотрения, измеренные данные были сведены в одну таблицу Excel. Из таблицы были удалены только те частоты, которые превышают уровень – 132 дБм ( на 2,5 дБ меньше допустимого уровня – 129,5 дБм) при измерении с согласованной нагрузкой на входе приёмника. Из общего количества частотных точек равного 501 было исключено 46 точек, что составляет менее 10 % от общего числа.

Результаты измерений и обработки приведены на рис. 4. На рисунке видно, что одна точка превышает допустимый уровень и есть частотные точки, имеющие амплитуду близкую к допустимому уровню.

Для дополнительной проверки были выбраны три частотные точки 1,4174 ГГц, 1,6462 ГГц, 2,1896 ГГц, имеющие максимальную амплитуду. Дополнительная проверка заключается в том, что на этих частотных точках в узкой частотной полосе при полосе пропускания приёмника (RBW) равной 3 Гц проводится измерение спектра при выключенной и включённой лампе. Результаты этих испытаний приведены на рисунках 5, 6, 7, 8, 9, 10.

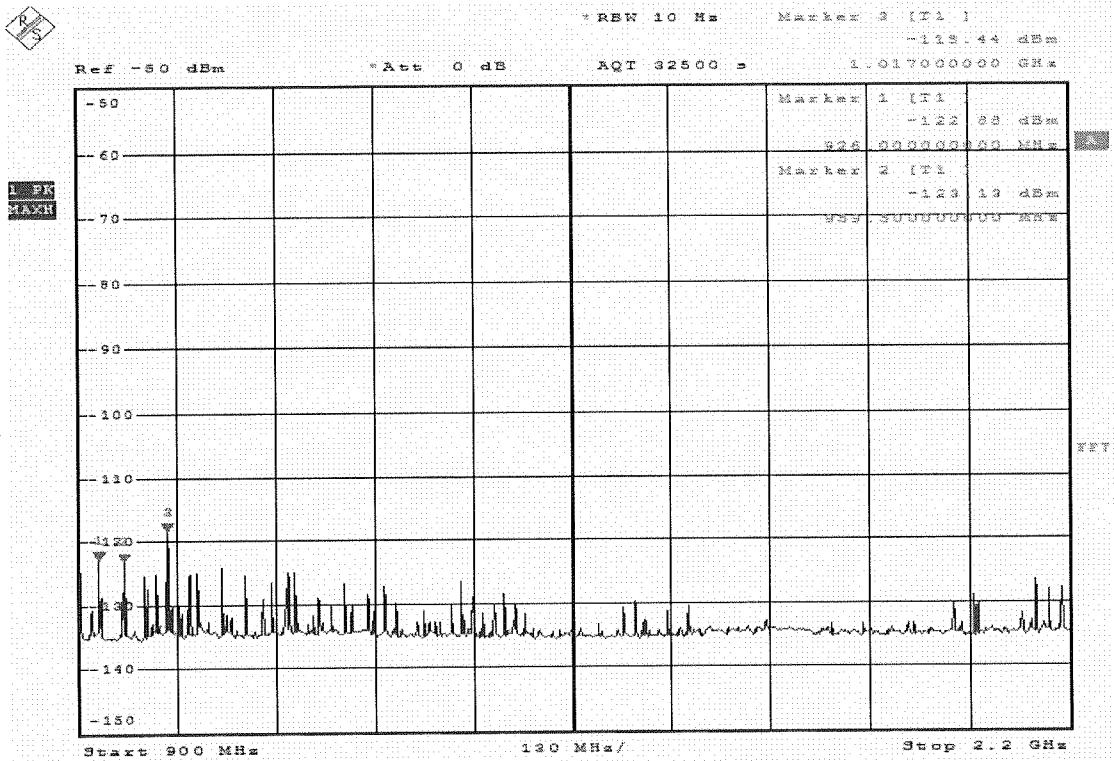


Рис. 1. Спектр сигналов при подключенной антенне.

Date: 18.OCT.2011 10:13:48

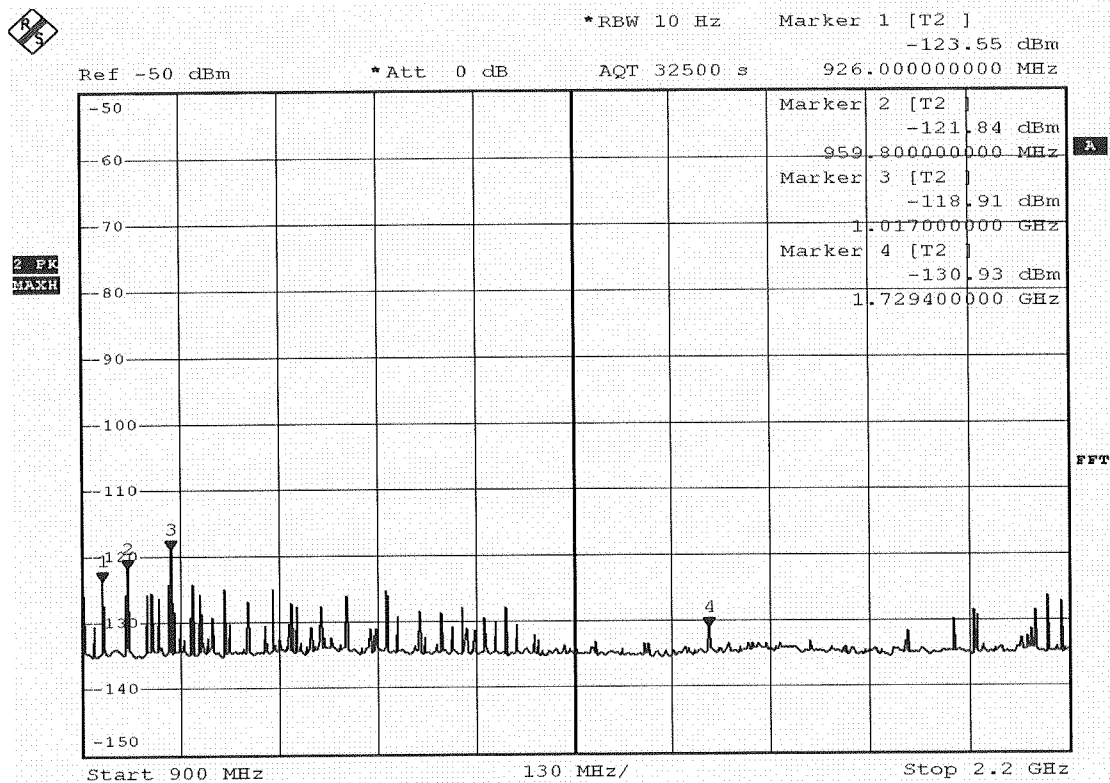


Рис. 2. Спектр сигналов при подключенной согласованной нагрузке.

Date: 20.OCT.2011 09:49:09



\*RBW 10 Hz    Marker 2 [T1 ]  
-134.15 dBm  
Ref -50 dBm    \*Att 0 dB    AQT 32500 s    1.500600000 GHz

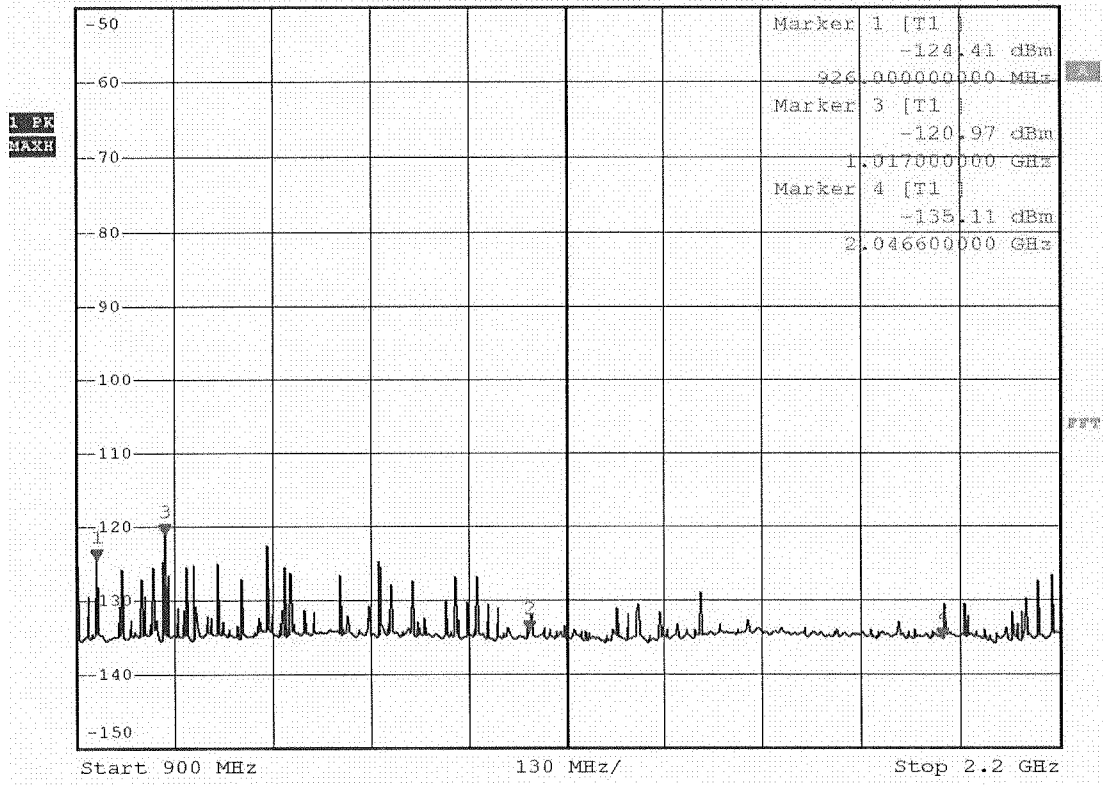


Рис. 3. Спектр сигналов при включённой лампе УПС ЗК-А-48.

Date: 19.OCT.2011 10:34:42

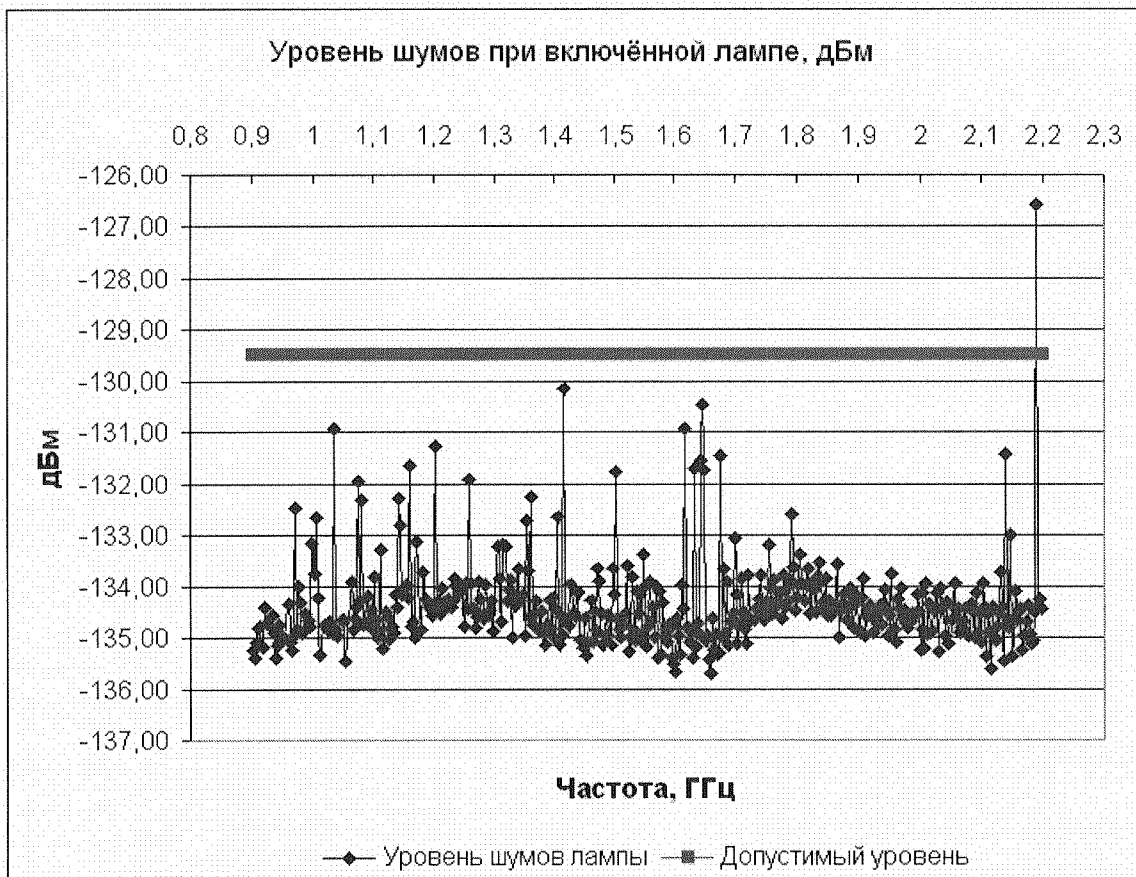


Рис. 4. Спектр частот на входе приёмника при включённой лампе.

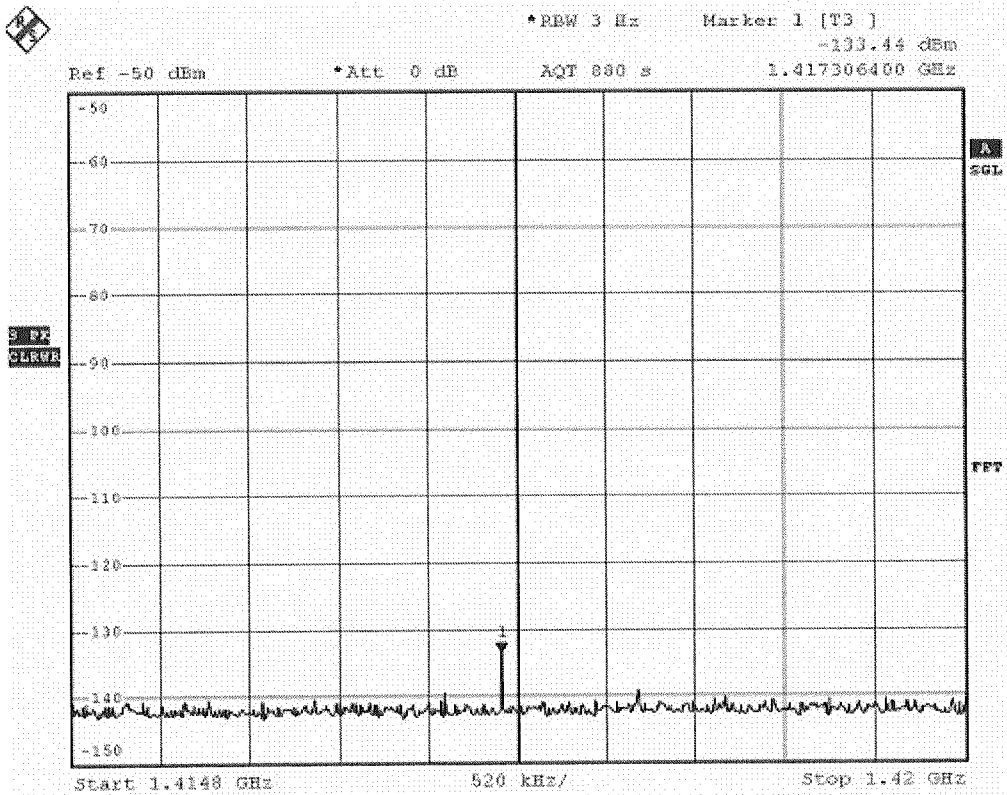


Рис. 5. Спектр сигналов в диапазоне частот 1,4148 - 1,42 ГГц при выключенной лампе.

Date: 20.OCT.2011 14:27:51

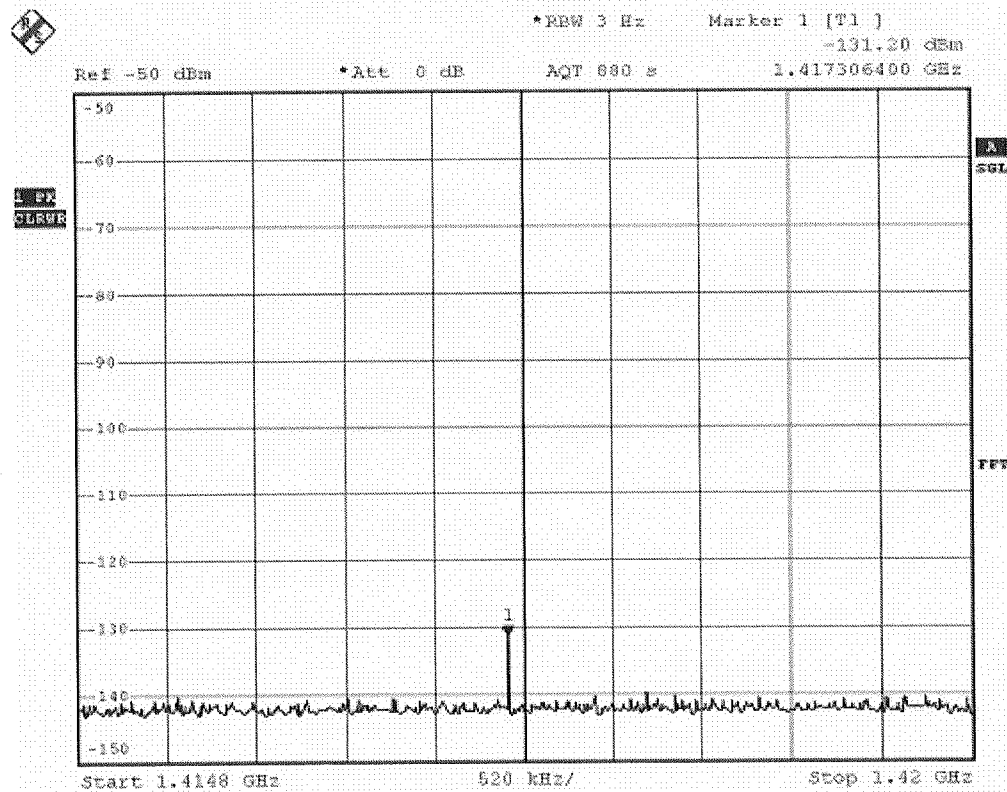


Рис. 6. Спектр сигналов в диапазоне частот 1,4148 - 1,42 ГГц при включенной лампе.

Date: 20.OCT.2011 14:44:06



\*RBW 3 Hz

Ref -50 dBm \*Att 0 dB AQT 800 s

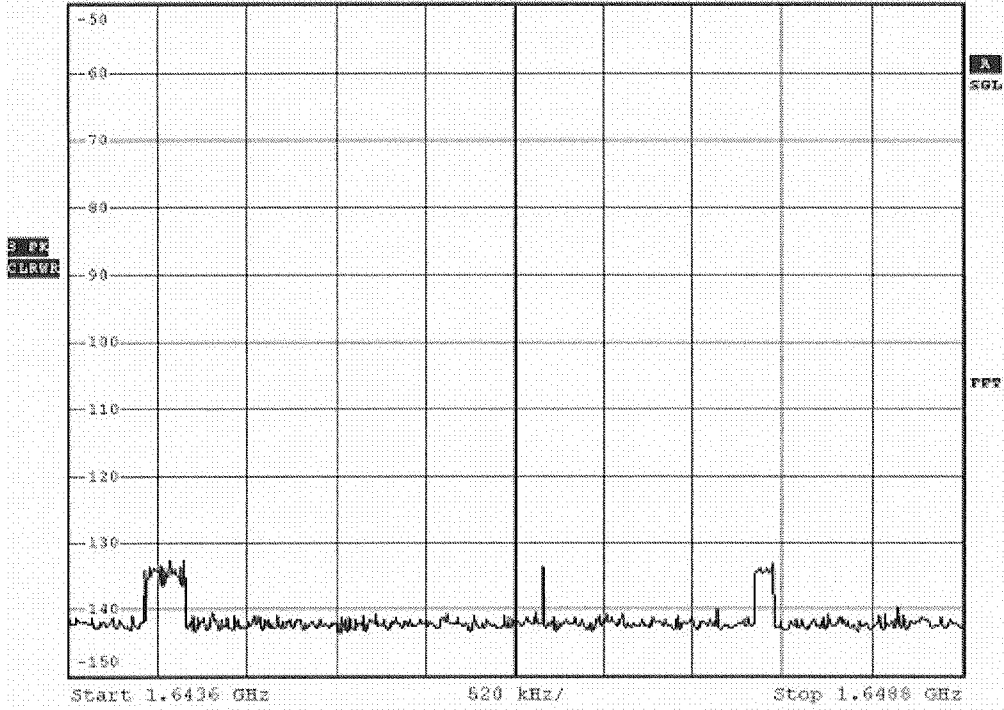


Рис. 7. Спектр сигналов в диапазоне частот 1,6436 - 1,6488 ГГц при выключенной лампе.

Date: 20.OCT.2011 15:17:22



\*RBW 3 Hz Marker 2 [T1]

-132.53 dBm

Ref -50 dBm \*Att 0 dB AQT 800 s

1.646366400 GHz

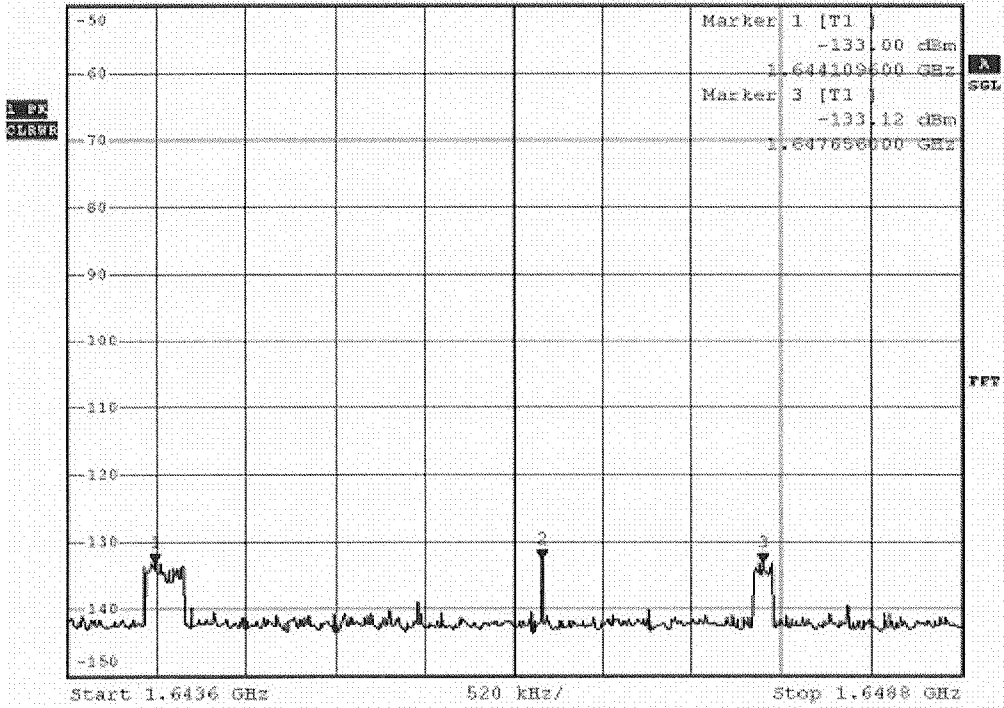


Рис. 8. Спектр сигналов в диапазоне частот 1,6436 - 1,6488 ГГц при включенной лампе.

Date: 20.OCT.2011 15:01:20

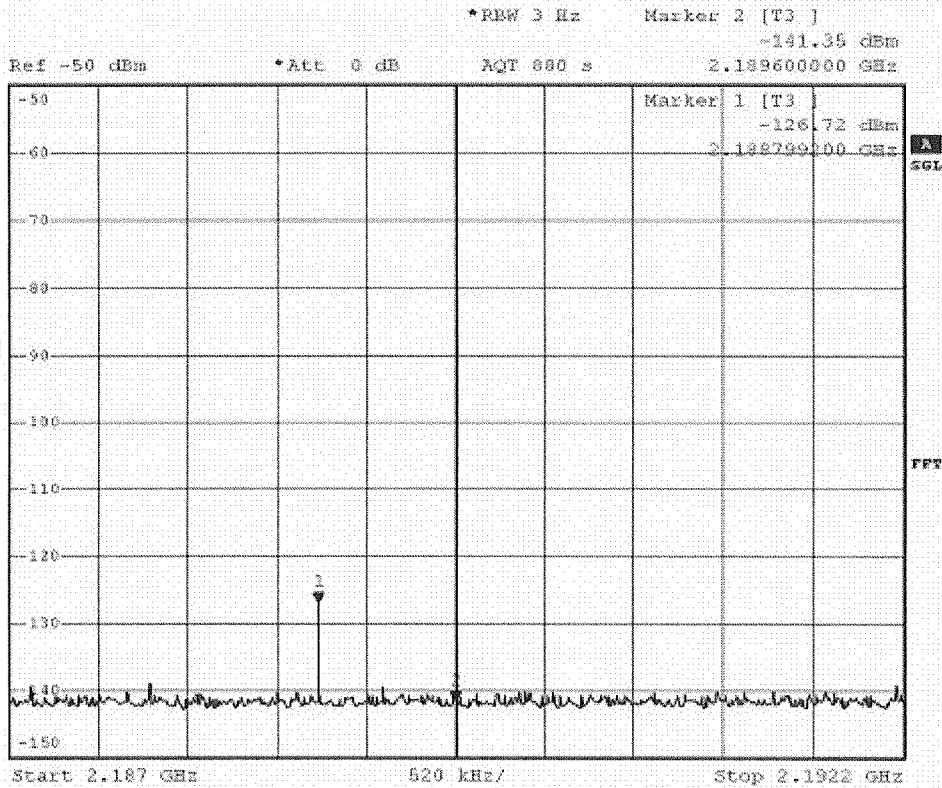


Рис. 9. Спектр сигналов в диапазоне частот 2,187 - 2,1922 ГГц при выключенной лампе.

Date: 20.OCT.2011 14:08:03

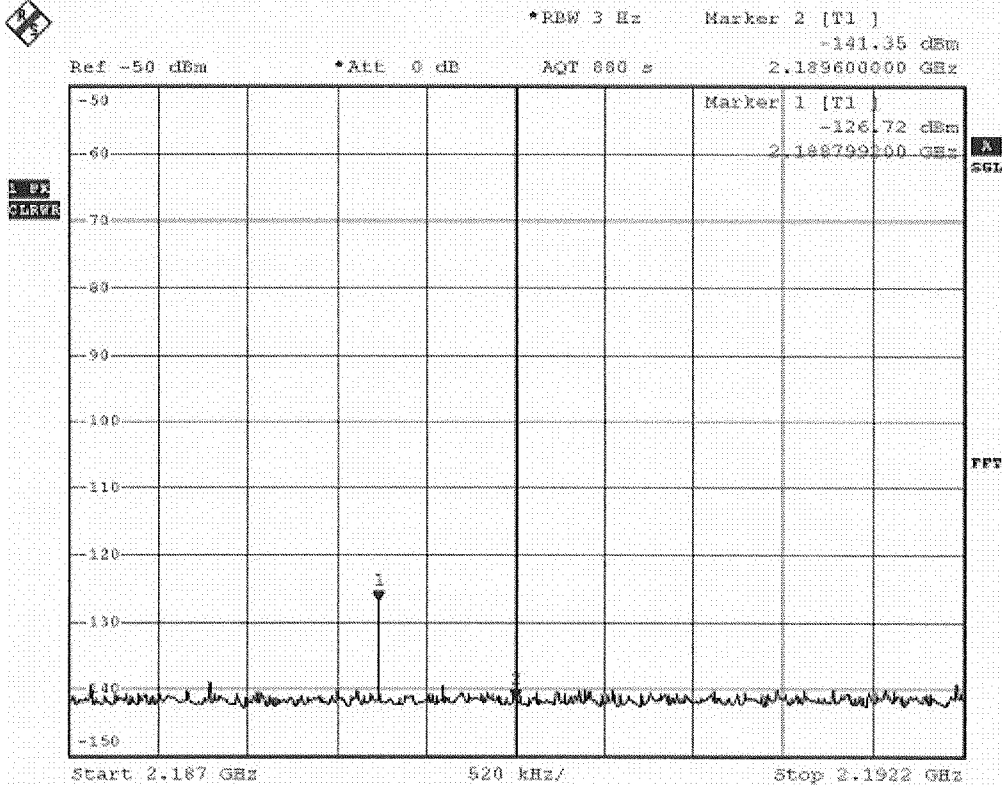


Рис. 10. Спектр сигналов в диапазоне частот 2,187 - 2,1922 ГГц при включенной лампе.

Date: 20.OCT.2011 14:09:21



Из анализа рисунков 5, 6, 7, 8, 9, 10 видно, что спектр не меняется при включении и выключении лампы.

Выводы:

1. Излучения лампы светодиодной красного свечения УПС ЗК-А-48 в диапазоне частот 900-2200 МГц не обнаружено.

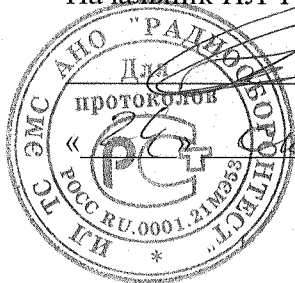
Измерение уровня излучения лампы проведено в одном направлении. Для проведения измерений в полном объеме и обработки результатов может потребоваться не менее 150 часов.

Приложение 1.

Антенный фактор антенны направленной HE-200 R&S, зав. №101724, антенна №3.

Антенный модуль 400-3000 МГц		
Частота, МГц	Ка пасс., дБ/м	Ка акт., дБ/м
400	19,5	6,7
500	20,4	7,6
600	21,4	8,5
700	22,3	9,5
800	23,2	10,4
900	24	11,3
1000	24,9	12,2
1500	28,9	16,7
2000	32,4	21,2
2500	35,5	25,7
3000	38,2	30

Начальник ИЛ ТС ЭМС АНО «Радиооборонтест»



Романчев В. С.

2011г.