

## СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

**Измерение ЭМП радиочастотного диапазона, допустимые уровни воздействия.** В Республике Беларусь уровень излучения нормируется Сан-ПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона» утвержденными постановлением Главного государственного врача Республики Беларусь № 162 от 31.12.2002 г.

Энергетическая экспозиция (ЭЭ) ЭМИ в диапазоне частот 30 кГц-300 МГц определяется для электрической составляющей исходя из следующего выражения [1]:

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T, \left[ \left( \frac{\text{В}}{\text{м}} \right)^2 \cdot \text{ч} \right] \quad (1)$$

Для магнитной составляющей:

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T, \left[ \left( \frac{\text{А}}{\text{м}} \right)^2 \cdot \text{ч} \right] \quad (2)$$

где:  $E$  – напряженность электрического поля;

$H$  – напряженность магнитного поля;

$T$  – время воздействия ЭМИ.

В таблице 1 представлены допустимые значения энергетической экспозиции [1].

Таблица 1 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(\text{В}/\text{м})^2 \times \text{ч}$	По магнитной составляющей, $(\text{А}/\text{м})^2 \times \text{ч}$	По плотности потока энергии $(\text{мкВт}/\text{см}^2) \times \text{ч}$
30 кГц-3 МГц	20000,0	200,0	...
3-30 МГц	7000,0	Не разработаны	...
30-50 МГц	800,0	0,72	...
50-300 МГц	800,0	Не разработаны	...
300 МГц-300 ГГц	...	...	200,0

*Примечание: во всех случаях при указании диапазонов частот каждый диапазон исключает нижний и включает верхний предел частоты.*

Предельно допустимое значение интенсивности ЭМИ радиочастот (РЧ) по электрической составляющей ( $E_{\text{пду}}$ ) в зависимости от времени воздействия ( $T$ ) в течение рабочего дня (рабочей смены) определяется в соответствии [1]:

$$E_{\text{пду}} = \left( \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Епд}}}{T} \right)^{1/2} \quad (3)$$

Допустимое время воздействия (Т) ЭМИ РЧ по электрической составляющей определяется:

$$T = \left( \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Е}}}{E^2} \right) \quad (4)$$

Предельно допустимое значение интенсивности ЭМИ радиочастот (РЧ) по магнитной составляющей ( $H_{\text{пду}}$ ) в зависимости от времени воздействия (Т) в течение рабочего дня (рабочей смены) определяется в соответствии:

$$H_{\text{пду}} = \left( \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Нпд}}}{T} \right)^{1/2} \quad (5)$$

Допустимое время воздействия (Т) ЭМИ РЧ по магнитной составляющей определяется:

$$T = \left( \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Е}}}{H^2} \right) \quad (6)$$

Предельно допустимое значение плотности потока энергии ( $\text{ППЭ}_{\text{пду}}$ ) в зависимости от времени воздействия (Т) в течение рабочего дня (рабочей смены) определяется в соответствии:

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Нпд}}}{T} \quad (7)$$

Допустимое время воздействия (Т) ЭМИ РЧ известной плотности потока энергии (ППЭ) определяется:

$$T = \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭпд}}}{\text{ППЭ}} \quad (8)$$

Исходя из выше представленных выражений, можно рассчитать предельно допустимые уровни напряженности электрической и магнитной составляющих в диапазоне частот 30 кГц-300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия и представить это в таблице 2 и уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия (таблица 3).

Таблица 2 – Предельно допустимые уровни напряженности электрической и магнитной составляющих в диапазоне частот 30 кГц-300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия, Т, ч	$E_{\text{пду}}$ , В/м			$H_{\text{пду}}$ , А/м	
	0,03-3 МГц	3-30 МГц	3-300 МГц	0,03-3 МГц	30-50 МГц
8,0 и более	50	30	10	5,0	0,30
7,5	52	31	10	5,0	0,31
7,0	53	32	11	5,3	0,32

Продолжительность воздействия, Т, ч	Е <sub>пду</sub> , В/м			Н <sub>пду</sub> , А/м	
	0,03-3 МГц	3-30 МГц	3-300 МГц	0,03-3 МГц	30-50 МГц
6,5	55	33	11	5,5	0,33
6,0	58	34	12	5,8	0,34
5,5	60	36	12	6,0	0,36
5,0	63	37	13	6,3	0,38
4,5	67	39	13	6,7	0,40
4,0	71	42	14	7,1	0,42
3,5	76	45	15	7,6	0,45
3,0	82	48	16	8,2	0,49
2,5	89	52	18	8,9	0,54
2,0	100	59	20	10,0	0,60
1,5	115	68	23	11,5	0,69
1,0	141	84	28	14,2	0,85
0,5	200	118	40	20,0	1,20
0,25	283	168	57	28,3	1,70
0,125	400	236	80	40,0	2,40
0,08 и менее	500	296	80	50,0	3,00

*Примечание: при продолжительности воздействия менее 0,08 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.*

Таблица 3 – Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия Т, ч	ППЭ <sub>пду</sub> , мкВт/см <sup>2</sup>
1	2
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200

Продолжительность воздействия Т, ч	ППЭ <sub>пду</sub> , мкВт/см <sup>2</sup>
0,5	400
0,25	800
0,20 и менее	1000

Для случаев облучения человека антеннами, работающих в режиме кругового обзора или сканирования с частотой не более 1 Гц и скважностью не менее 20, предельно допустимая интенсивность воздействия определяется по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = K \cdot \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭнд}}}{T}, \quad (9)$$

где: К – коэффициент ослабления биологической эффективности прерывистых воздействий, равный 10 [2].

В случае локального облучения кистей рук при работе с микро-полосковыми СВЧ устройствами предельно допустимые уровни воздействия определяются по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = K_1 \cdot \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭнд}}}{T}, \quad (10)$$

где: К<sub>1</sub> - коэффициент ослабления биологической эффективности, равный 12,5. При этом плотность потока энергии на кистях рук не должна превышать 5000 мкВт/см<sup>2</sup>.

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ для населения, лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности представлены таблицей 4.

Таблица 4 – Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ для населения, лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности

Назначение помещений или территории	Диапазон частот				
	30-300 кГц	0,3-3 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	300 МГц-300 ГГц
	Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ				
	В/м	В/м	В/м	В/м	мкВт/см <sup>2</sup>
Территория жилой застройки и мест массового отдыха; помещения жилые	25,0	15,0	10,0	3,0*	10,0 (100,0)**

*Примечание:* \* - кроме телевизионных и радиолокационных станций, работающих в режиме кругового обзора или сканирования; \*\* - для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ, создаваемых телевизионными станциями представлены на таблице 5 [2]

Таблица 5 – Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ, создаваемых телевизионными станциями

Частота, МГц	ПДУ, В/м
48,4	5,0
88,4	4,0

Частота, МГц	ПДУ, В/м
192,0	3,0
300,0	2,5

Предельно допустимые уровни напряженности электромагнитного поля в диапазоне частот от 48,4 до 300,0 МГц в зоне размещения телевизионных станций определяются по формуле:

$$E_{\text{пду}} = 21 \cdot f^{-0,37}, \quad (11)$$

где:  $E_{\text{пду}}$  - предельно допустимое значение напряженности электромагнитного поля, В/м;

$f$  - нормируемая частота электромагнитного поля, МГц.

При одновременном облучении от нескольких источников ЭМИ РЧ, для которых установлены одни и те же предельно допустимые уровни, должны соблюдаться следующие условия [1]:

$$\sum_{i=1}^n (E_i^2 T_i) \leq \text{ЭЭ}_{\text{Епд}}, \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^n (H_i^2 T_i) \leq \text{ЭЭ}_{\text{Нпд}}, \quad (13)$$

$$\left( \sum_{i=1}^n E_i^2 \right)^{1/2} = E_{\text{сумм}} \leq E_{\text{пду}}, \quad (14)$$

$$\left( \sum_{i=1}^n H_i^2 \right)^{1/2} = H_{\text{сумм}} \leq H_{\text{пду}}, \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n (\text{ППЭ}_i T_i) \leq \text{ЭЭ}_{\text{ППЭпд}}, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n \text{ППЭ}_i \leq \text{ППЭ}_{\text{сумм}} \leq \text{ППЭ}_{\text{пду}}, \quad (17)$$

где:  $E_i$  — напряженность электрического поля,

$H_i$  — напряженность магнитного поля, создаваемая источником ЭМИ;

$\text{ППЭ}_i$  — плотность потока энергии, создаваемая источником ЭМИ;

$T_i$  — время воздействия  $i$ -того источника;

$n$  — количество источников ЭМИ.

При одновременном облучении от нескольких источников ЭМИ РЧ, для которых установлены разные предельно допустимые уровни, должны соблюдаться следующие условия [1]:

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{\text{ЭЭ}_i}{\text{ЭЭ}_{\text{пду}i}} \right) \leq 1, \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{E_i}{E_{\text{пду}i}} \right)^2 + \sum_{i=1}^n \left( \frac{H_i}{H_{\text{пду}i}} \right)^2 + \sum_{i=1}^n \left( \frac{\text{ППЭ}_i}{\text{ППЭ}_{\text{пду}i}} \right)^2 \leq 1, \quad (19)$$

где:  $E_i$  — энергетическая экспозиция  $i$ -того нормируемого диапазона;  
 $E_{\text{пду}i}$  — предельно допустимое значение энергетической экспозиции  $i$ -того нормируемого диапазона;  
 $H_{\text{пду}i}$  — предельно допустимое значение напряженности электрического поля  $i$ -того нормируемого диапазона;  
 $H_i$  — предельно допустимое значение напряженности магнитного поля  $i$ -того нормируемого диапазона;  
 $\text{ППЭ}_{\text{пду}i}$  — предельно допустимое значение плотности потока энергии поля  $i$ -того нормируемого диапазона;  
 $n$  — количество нормируемых диапазонов.

Выпускаемая на территории Республики Беларусь и ввозимая из-за границы продукция, являющаяся источником ЭМИ РЧ, должна обеспечивать выполнение СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона».

Выпуск на территории Республики Беларусь и ввоз из-за границы источников ЭМИ РЧ допускается только с разрешения органов и учреждений Госсаннадзора Республики Беларусь.

Порядок выдачи разрешений органами и учреждениями Госсаннадзора на производство (ввоз), реализацию и применение продукции определяется Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

В соответствии с нормативной и эксплуатационной документации на продукцию являющуюся источником ЭМИ РЧ, должна содержаться следующая информация:

- в нормативной документации: четко определенные область и условия применения продукции; гигиенически значимые показатели и характеристики продукции (виды и допустимые уровни воздействия на человека неблагоприятных факторов, источником которых является образец продукции); правила и методы контроля гигиенически значимых показателей и характеристик продукции; правила приемки, обеспечивающие достоверное установление соответствия фактических уровней вредных факторов допустимым;

- в эксплуатационной документации: область и условия применения продукции; гигиенически значимые показатели и характеристики продукции (фактические уровни воздействия на человека); меры безопасности при применении продукции, обеспечивающие безопасность ее для человека; меры первой помощи в случае острого заболевания (при необходимости); номер гигиенического сертификата (заключения), дата его выдачи и срок действия.

В случае необходимости на лицевые панели (поверхности) такой продукции должны наноситься соответствующие предупреждающие надписи.

В настоящее время в Республике Беларусь действуют следующие основные Государственные стандарты в области электромагнитной безопасности:

ГОСТ 12.1.002-84 - Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля

ГОСТ 12.1.006-84 - Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

ГОСТ 12.1.045-84 - Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

Санитарные правила и нормы регламентируют и конкретизируют гигиенические требования к мощности и продолжительности воздействия электромагнитных полей различных диапазонов. Как правило, санитарные нормы сопровождаются Методическими указаниями по проведению контроля электромагнитной обстановки и проведению защитных мероприятий.

### **Существующие устройства и оборудования для регистрации электромагнитного излучения.**

В настоящее время существует разнообразный парк оборудования для контроля электромагнитного излучения. На рисунке 1 представлено графикация данного оборудования.

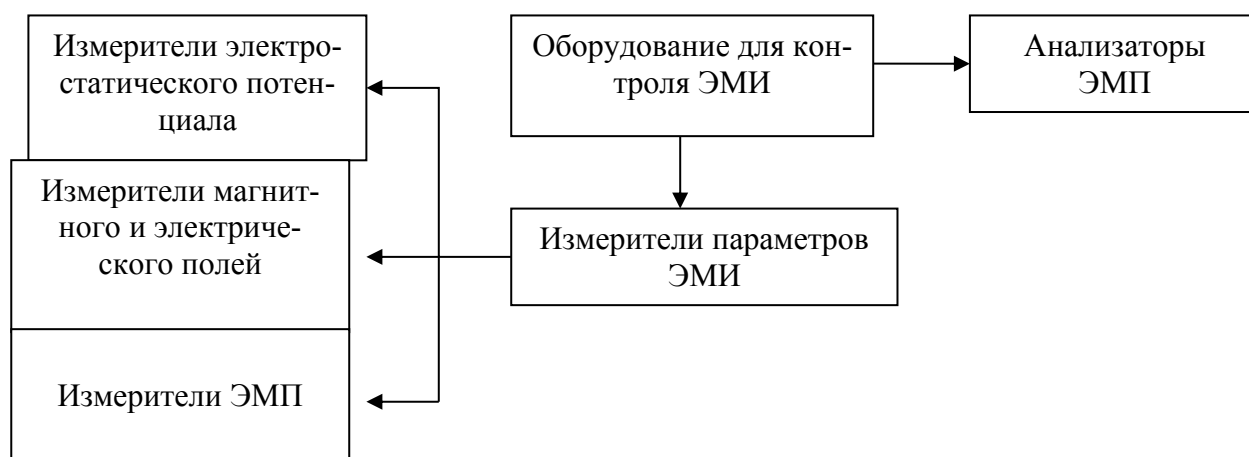


Рисунок 1 – Оборудование для контроля ЭМИ

#### *Измерители параметров электромагнитного поля*

Атмосфера вокруг промышленных объектов насыщена много-численными электромагнитными излучениями. Это могут быть "преднамеренные" поля (радиотелефоны, ТВ вещание и т.п.) и "непреднамеренные" помехи (работа импульсных источников питания, систем зажигания автомобилей и т.п.). Такие помехи всегда могут быть источником проблем для современного оборудования: быть причиной случайных сбоев контроллеров, приводить к ложным срабатываниям сигнализации, вызывать неисправности в различных электронных и компьютерных системах и т.д.

Можно дать такое короткое физическое объяснение перечисленным явлениям.

Переменное напряжение между двумя проводниками или ток в проводнике излучают в пространство электромагнитную волну. Эта волна наводит

напряжение в каком-либо проводнике другого устройства, что может вызвать нарушение работы устройства (устройство характеризуется чувствительностью к электромагнитным помехам). Невосприимчивость к электромагнитному полю - способность устройства устойчиво работать в условиях электромагнитных помех [4] .

Измерители поля С.А 41/43 (рисунок 2) компании CHAUVIN ARNOUX [8] обладают всеми функциями, необходимыми для измерения и анализа электромагнитных помех. Приборы могут регистрировать присутствие поля помехи, оценивать его характер (случайные, временные помехи), измерять величину поля и его поляризацию.

Каждый из этих малогабаритных приборов оснащен собственным датчиком: с вертикальной поляризацией для модели С.А 41 и с изотропной - для С.А 43, позволяющим измерять эффективные значения сильных полей, напряженность которых обычно превышает 0,1 В/м.

Широкая полоса пропускания взаимозаменяемых датчиков (100 кГц ... 2,5 ГГц), дает возможность покрывать все основные стандартизованные частоты, используя один сенсор.



Рисунок 2 – Измеритель электромагнитного поля С.А 41

Портативность прибора (прибор держат в руке), простота работы с ним и его привлекательная цена, позволяют использовать его во всех случаях, где необходимо измерить уровень электромагнитного поля: при монтаже оборудования и при техническом обслуживании, при проверке электронных и компьютерных систем. Измерения может выполнить квалифицированный и неквалифицированный персонал.

Четырех -разрядный дисплей размерами 50х60мм обеспечивает максимальную удобочитаемость результатов. На экране отображаются вся информация о режиме прибора.

Портативность.

Приборы С.А 41 и С.А 43 обладают малым весом и имеют батарейное питание. Оставшийся срок службы источника питания отображается на экране



при включении прибора. Габариты приборов позволяют производить измерения, как на открытых участках, так и в местах с ограниченным пространством.

Диапазон измерения.

Широкий диапазон измерения: 0,1 В/м...200 В/м, позволяет покрывать все возможные области применения, связанные с измерением параметров электромагнитного поля, будь то экранная комната (высокий уровень поля) или производственные объекты (низкий или средний уровень поля).

Звуковая сигнализация.

В зависимости от типа измерений, в приборе может быть активизирована функция звуковой сигнализации, оповещающая о выходе параметров внешнего поля за пределы заданных значений. В сильных полях, настройка звуковой сигнализации на максимально допустимый для здоровья человека уровень, позволяет предупредить оператора о наличии опасного излучения. Установка верхнего и нижнего пороговых значений дает возможность наглядно оценить картину распределения электромагнитного поля на месте.

Конструкция.

Корпуса данных измерителей имеют полностью экранированное исполнение, что позволяет этим приборам выдерживать уровни внешних электромагнитных полей вплоть до 200 В/м (уровень IV по стандарту IEC 801-3), без какого-либо влияния на работоспособность их электронных схем. Применение современных технологических решений при конструировании данных моделей позволило существенно повысить и их надежность, удешевив при этом производство, что позволяет предложить покупателю выгодную цену.

Точность.

Метрологические характеристики моделей С.А 41 и С.А 43 позволяют их использовать в качестве образцовых измерительных средств. При разработке данных моделей были использованы технические решения, обеспечивающие постоянную коррекцию результатов измерений, и исключены факторы, отрицательно влияющие на точность.

Каждую секунду производится проверка напряжения источника питания (слишком низкое напряжение питания не останавливает процесс измерения, но может служить причиной увеличения погрешности). Также контролируется и температура датчика с целью компенсации изменения его чувствительности, являющейся функцией температуры. Нелинейность характеристики датчика автоматически учитывается прибором, который затем обеспечивает требуемую линеаризацию. Это гарантирует полную взаимозаменяемость датчиков.

Измерение удельной мощности.

Благодаря возможности измерять удельную мощность (в мкВт / см<sup>2</sup>), модель С.А 43 может быть использована в качестве интенсификатора (дозиметра). В режиме записи это позволяет оценить среднюю дозу электромагнитного излучения полученного за определенный период времени.

Функция памяти.

Модель С.А 43 имеет встроенную EEPROM память и способна запоминать до 1920 измеренных значений с указанием даты. Существуют два основных способа использования памяти прибора. Первый состоит в запоминании

измеренных значений в различных точках исследуемого объекта. Второй способ заключается в оставлении прибора на исследуемом объекте с автоматической фиксацией через заданные промежутки времени минимальных, максимальных и средних значений измеряемых величин. Это позволяет выявлять тенденцию в развитии электромагнитной обстановки на месте и фиксировать ее случайные изменения (мониторинг объекта).

Измерение пиковых значений.

Имеющаяся в приборе функция PEAK, позволяет фиксировать пиковые значения параметров поля, длительностью от 1 мс. Выявление скоротечных изменений поля необходимо при поиске источников отказа различной электронной аппаратуры. Эта функция позволяет измерять параметры поля, создаваемого радиотелефонами стандарта GSM (с модулирующей частотой 250 Гц), а также определять коэффициент амплитудной модуляции, принимая во внимание отношение пиковых значений к средним.

Выходы на внешние устройства.

Модель С.А 41 оснащена встроенным аналоговым выходом для подключения к различным регистрирующим и печатающим устройствам с минимальным импедансом 100 кОм. Модель С.А 43 имеет встроенный оптический двунаправленный интерфейс RS232. Оптический кабель (поставляется в комплекте с прибором) не чувствителен к электромагнитным помехам. Наличие интерфейса связи позволяет покинуть оператору экранированное помещение во время испытаний на электромагнитную совместимость. Программное обеспечение EMIGRAPH позволяет как отображать, так и сохранять полученные результаты измерений в компьютере.

Основные характеристики прибора представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные характеристики прибора С.А 41/С.А 43

Основные характеристики	Значение					
	Диапазон частот	100кГц ... 2.5 ГГц (*)				
Единицы измерения	В/м				мкВт / см <sup>2</sup>	
Автодиапазоны	0.1 - 1	0.1 - 10	10 - 100	100- 199.9	0.1 - 199.9	200 - 1999
Погрешность (**)	0,7 В / м	0,5 В / м	1 дБ	2 дБ	1 дБ	2 дБ
Разрешение	0,1 В / м	0,1 В / м	0,1 В / м	0,1 В / м	0,1 мкВт / см <sup>2</sup>	1 мкВт / см <sup>2</sup>

(\*) В диапазоне частот от 100 кГц до 1 МГц используется как индикатор.

(\*\*) При эталонных условиях (150 МГц, 20 С, относительной влажность 65 %).

Стабильность: 0,2 дБ;

Интервал измерений: 250 мкс;

Интервал цифровых измерений: 400 мс;

Рабочая температура: 0...50°С;

Батарея 9 В, время работы от одной батареи более 30 часов;

Размеры 216x72x37 мм, масса 350 г.

Компьютерная обработка данных.

Программа EMIGRAPH поставляется как стандартная принадлежность с прибором С.А 43 и служит для расширения функциональных свойств данной модели. Программа упрощает измерения и предлагает дополнительные возможности, которые обычно не предлагаются в приборах с такой ценой.

Сбор данных в режиме реального времени

В режиме реального времени, программное обеспечение EMIGRAPH обеспечивает передачу результатов измерений из прибора в компьютер с интервалом 2 с. Это позволяет записывать результаты точечных замеров.

Отображение сохраненной информации

Программное обеспечение позволяет считывать и отображать на дисплее информацию, сохраненную в памяти прибора (мин. макс. и средние значения), что делает возможным быстрый визуальный анализ случайных процессов в поведении поля.

Функция увеличения

Данная программная функция значительно упрощает детальный анализ изменений характеристик поля. Простота в использовании достигается использованием "мыши".

Отображение дисплея прибора

В тех случаях, когда прибор в процессе теста на электромагнитную совместимость находится в экранированной камере и его дисплей не доступен оператору, программа позволяет отображать на экране компьютера содержимое экрана прибора (рисунок 4). Это дает возможность пользователю производить прецизионную регулировку выходных параметров генератора электромагнитного поля.

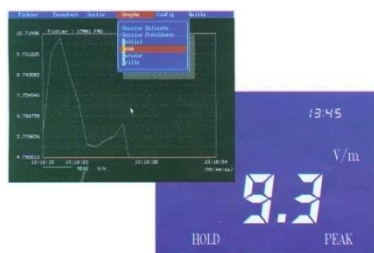


Рисунок 4 – Результаты измерений на мониторе С.А 41

Измерительные датчики.

Принцип измерения приборами С.А 41 и С.А 43 базируется на приеме радиоэлектронного сигнала специальной антенной. Чувствительным элементом является детектор с очень низким пороговым значением. Далее непрерывный сигнал передается в измерительный блок. Резистивный канал передачи гарантирует датчику максимальную электромагнитную прозрачность, что дает возможность свести к минимуму искажения линий поля, окружающего измеритель. Прибор автоматически распознает тип присоединенного датчика и производит необходимую коррекцию (линеаризацию) характеристики. Таким

образом, все датчики являются взаимозаменяемыми, почти без какого-либо ухудшения точности измерений.

Смена датчиков

Датчики просто подключаются к разъему. Линеаризация характеристики датчика выполняется автоматически.

Особенности конструкции:

габаритные размеры датчиков - 50 x 320 мм,  
вес - не более 250 г.

Материал и форма призваны минимизировать искажение измеряемого поля.

С.А 41 поставляется в чемодане для транспортировки, в котором находится прибор С.А 41, пробник EF 41 (с вертикальной поляризацией), элемент питания на 9 В и инструкция по эксплуатации.

С.А 43 поставляется в чемодане для транспортировки, в котором находится прибор С.А 41, пробник EF 42А (изотропный), оптический кабель (10м), оптоэлектронный адаптер DB 25 М / DB 9 F, программа EMIGRAPH с описанием в файле, элемент питания на 9 В и инструкция по эксплуатации прибора.

Стандарты электромагнитной совместимости.

Вопросы электромагнитных помех, излучения и защиты от него для европейских стран (ref.89/336/СЕЕ от 3/5/89) регулируются стандартами EN 50081-1, EN 50082-1 и др., в которых установлены требования к промышленным и бытовым приборам. С 1 января 1996 года все приборы должны соответствовать требованиям этих стандартов и иметь маркировку СЕ.

Стандарт IEC 801-3 (NFC 46-022 или VDE 0843-3) содержит требования к устойчивости приборов к электромагнитному полю. Стандарт регламентирует проверки, которым подвергаются приборы. Стандартными уровнями защиты являются значения напряженности поля 1,3 и 10 В/м или значение определяется специально.

Прибор С.А 43 практически пригоден для измерений в соответствии с вышеназванными стандартами, благодаря разрешающей способности 0,1 дБ/м, оптической линии связи, программе EMIGRAPH и другим возможностям [4].

**EMR-20 (200), EMR-30 (300)** (рисунок 5). Измерители электромагнитного поля позволяют производить изотропные (ненаправленные) измерения напряженности высокочастотных электрических полей, создаваемых различными источниками: радиовещательными и телевизионными передатчиками, медицинским оборудованием, радарам, передатчиками систем радио- и сотовой связи, микроволновыми печами и т.п., а так же измерения в безэховых и ТЕМ-камерах.



Рисунок 5 – Измерители EMR-20, EMR-30

Показания прибора в процентах от устанавливаемого граничного значения.

1) Непосредственное подключение к персональному компьютеру через волоконно-оптический двунаправленный последовательный интерфейс V.24 (RS 232) для передачи результатов измерений, дистанционного управления и калибровки.

2) Хранение 1500 значений результатов измерений (только для EMR-30).

3) Обработка полученных данных с помощью широкодоступных программ (например, Microsoft® Excel™).

Технические характеристики измерителей EMR-20, EMR-30 представлены таблицей 7:

Таблица 7 – Технические характеристики измерителей EMR-20, EMR-30

Характеристика EMR20/30	Значение
Диапазон частот	от 100 кГц до 3 ГГц
Диапазоны измеряемых величин	1,0 - 800 В/м; 0,27 мкВт/см <sup>2</sup> - 170 мВт/см <sup>2</sup>
Приведенная погрешность измерений	± 1 дБ
Разрешение дисплея	0,01 В/м
Величины	В/м, А/м, мВт/см <sup>2</sup> , Вт/м <sup>2</sup> , % от заданной величины
Выводимые результаты	текущее значение или максимальное значение с момента включения
Усреднение	текущее значение или результат усреднения за 6 минут
Дисплей	ЖКИ многофункциональный
Самотестирование	при включении

#### *Анализаторы поля*

**ЕФА-1/2.** Прибор позволяет выполнить измерения магнитной составляющей низкочастотных электромагнитных полей, создаваемых различными источниками: линиями электропередач переменного тока, трансформаторными подстанциями, промышленными и бытовыми электроприборами, средствами

визуального отображения информации (дисплеями компьютеров и телевизорами) и т.п.

EFA-1 и EFA-2 компактны, имеют питание от малогабаритных батарей и просты в использовании. Оптимизированы для персонального применения, как указано в рекомендациях (IRPA, WHO, VDE, NRPB, IEEE). Подключение к компьютеру через волоконно-оптический интерфейс RS 232 для передачи результатов измерений. Автоматическое проведение измерений длительностью до 24 часов. Хранение 4095 значений результатов измерений (EFA-2). Обработка полученных данных с помощью широкодоступных программ (например, Microsoft® Excel™). Развитые функции фильтрации сигнала - полосовые фильтры для всех промышленных частот и их гармоник, полосовой фильтр для частоты, выбранной пользователем (EFA-2). Встроенный частотомер. Меню пользователя (EFA-2). Возможность поставки программных средств расчета переменного магнитного поля с учетом множественных источников. Вид измерителей представлен на рисунке 6, а основные технические характеристики таблицей 8.



Рисунок 6 - Измерители EFA-1, EFA-2

Таблица 8 - Технические характеристики измерителей EFA-1, EFA-2

Параметр	Со встроенным датчиком магнитного поля	С дополнительным прецизионным датчиком магнитного поля
1	2	3
Диапазон частот	5 Гц - 30 кГц (3 дБ)	
Принцип измерения	Изотропное измерение действующих (среднеквадратических) или пиковых значений	
Измерения	Изотропные или однокоординатные	
Предел измерений на частоте 50/60 Гц	от 50 нТл до 10 мТл от 5 нТл до 10 мТл с полосовым фильтром	от 10 нТл до 10 мТл от 1 нТл до 10 мТл с полосовым фильтром
Точность значений на дисплее	0,1 %	

Параметр	Со встроенным датчиком магнитного поля	С дополнительным прецизионным датчиком магнитного поля
1	2	3
Точность измерений	от 50 Гц до 400 Гц, широкополосный (5 Гц - 2 кГц) или выбираемый	
	$\pm 5\%$ , $B > 500$ нТл	$\pm 3\%$ , $\pm 1$ нТл, $B > 40$ нТл
	от 50 Гц до 5 кГц, широкополосный (5 Гц - 30 кГц) или выбираемый	
	$\pm 8\%$ , $B > 500$ нТл	$\pm 3\%$ , $\pm 1$ нТл, $B > 40$ нТл
	16,7 Гц, широкополосный (5 Гц до 2 кГц) или выбираемый	
Функции фильтрации	$\pm 6\%$ , $B > 500$ нТл	
	$\pm 5\%$ , $\pm 1$ нТл, $B > 40$ нТл	
	Широкополосные измерения с функцией частотомера: 5 Гц - 2 кГц; 5 Гц - 30 кГц; 30 Гц - 2 кГц; 30 Гц - 30 кГц Полосовая фильтрация: 16,67 Гц; 50 Гц; 60 Гц; 400 Гц; 2-е и 3-и гармоники	

В настоящее время существует множество приборов измерения и контроля электромагнитных излучений, которые делятся по типу проводимого измерения и, благодаря этому, позволяют выбрать наиболее подходящий прибор, что позволяет использовать их как подготовленным специалистам, так и обычным людям. К их достоинствам можно отнести и очень высокую точность измерений, но есть и существенный минус – высокая стоимость приборов, что является немаловажным фактором.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Предельно допустимые уровни электромагнитного излучения радиосредств сотовых систем подвижной связи / А.Л. Бузов, Ю.И. Кольчугин, К.В. Никонова и др. // Электросвязь. – 1997. – N 10. – С.24-25.
2. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой связи: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.8 / 2.2.4.019-94. - М.: Информ.-издат. центр Госкомсанэпиднадзора России, 1995. – 7 с.
3. Антенно-фидерные устройства базовых станций подвижной связи: экологическая безопасность / А.Л. Бузов, Л.С. Казанский, В.А. Романов, Сподобаев Ю.М. // Мобильные системы. - 1998. - N 2. - С. 15-18.
4. Бузов А.Л., Кольчугин Ю.И., Пальцев Ю.П. Экологические аспекты электромагнитного излучения мобильных станций систем подвижной связи // Мед. труда и пром. экол. - 1996. - N 9. - С. 17-19.
5. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Оценка риска от воздействия ЭМП комплексов телекоммуникационных технических средств // Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 2-й Междунар. конф. "Пробл. электромагн. безопасности человека. Фундамент. и прикл. исслед. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация". 1999 г., Москва. – М., 1999. – С. 105-106.

6. Григорьев Ю.Г., Гульченко Л.П. Влияние электромагнитных полей сотовых телефонов на головной мозг пользователей (современное состояние проблемы) // Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 2-й Международ. конф. "Пробл. электромагн. безопасности человека. Фундамент. и прикл. исслед. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация", 20-24 сент. 1999 г., Москва. - М., 1999. - С. 115-116.