

4

II.

. 4 6 0 2 4 6 6 .

- « «

634041

(3822) 90-00-29

(3822) 41-34-03

/ (3822) 42-36-15

-mail: [pribor@micran.ru](mailto:pribor@micran.ru)

[www.micran.ru](http://www.micran.ru)

	1 1 .	5
1	.....	5
1 . 1	.....	5
1 . 2	.....	7
1 . 2 . 1	.....	7
1.2.2	.....	9
1.2.3	.....	10
1 . 2 . 4	.....	11
2	.....	13
2 . 1	.....	13
2 . 2	.....	16
2 . 3	.....	18
2 . 4	.....	24
2 . 5	.....	25
2 . 6	.....	28
2.6.1	« ..... ».....	29
2 . 6 . 2	.....«.....».....	30
2 . 6 . 3	.....«.....».....	31
2 . 6 . 4	.....«.....».....	32
2.6.5	« ..... ».....	33
2 . 6 . 6	.....«.....».....	33
2 . 6 . 7	.....«.....».....	33
2 . 6 . 8	.....«.....».....	34
2 . 6 . 9	.....«.....».....	34
2 . 6 . 1 0	.....«.....».....	35
2.6 . 1 1	.....«.....».....	35
2 . 7	.....	35
2 . 7 . 1	.....	37
2 . 7 . 2	.....	37
2 . 7 . 3	.....	40
2 . 7 . 4	.....	41
2 . 7 . 5	.....	42
2 . 7 . 6	.....	43
2 . 7 . 7	.....	43
2 . 7 . 8	.....	46
2 . 7 . 9	.....	47
2 . 7 . 1 0	.....	48
2 . 8	.....	51

2 . 9	.....	51
2 . 1 0	.....	52
2.10.1	.....	53
2 . 1 0 . 2	.....	55
2 . 1 0 . 3	.....	59
2 . 1 0 . 4	.....	63
2 . 1 1	.....	66
2 . 1 2	.....	67
2 . 1 3	.....	68
2 . 1 4	« ..... »	70
2 . 1 5	« ..... »	73
2.15.1	.....	73
2 . 1 5 . 1 . 1	.....	74
2 . 1 5 . 1 . 2	.....	74
2 . 1 5 . 1 . 3	.....	76
2 . 1 5 . 2	.....	77
2 . 1 5 . 2 . 1	.....	77
2 . 1 5 . 2 . 2	.....	77
2 . 1 5 . 2 . 3	.....	78
2 . 1 5 . 2 . 4	.....	78
2 . 1 5 . 2 . 5	.....	80
3	.....	81
3 . 1	.....	81
3 . 2	.....	81
3 . 2 . 1	.....	82
3 . 2 . 2	« ..... »	83
3 . 2 . 3	« ..... »	85
3 . 2 . 4	« ..... »	88
3 . 2 . 5	« ..... »	90
3 . 2 . 6	.....	92
3 . 3	.....	93 (
3 . 3 . 1	.....	93
3 . 3 . 2	.....	93
3 . 3 . 3	.....	95
3 . 4	..... (	98
3 . 4 . 1	.....	98
3 . 4 . 2	.....	98
3 . 4 . 3	« ..... »	100
3 . 4 . 4	« ..... »	101
3 . 5	..... (	102
3 . 5 . 1	.....	102
3 . 5 . 2	.....	103
3 . 5 . 3	.....	106
3 . 6	.....	107

3 . 7	.....	110
(	)	..... 111
(	)	..... 114
(	)	..... 121
(	)	..... 127
(	)	..... 129

||.

1

« » , -  
 " " . ) , -  
 ( , ) -

*Welmec 7.2,*

U,

- *Graphit.  
Launcher,*

« » « *Graphit*

*gsz,*

) .

*Graphit CK4M* ( - *Graphit*).  
*Graphit*

*Windows*<sup>®</sup> 7/8/10/11, *Astra Linux CE 2.12.45,*

*Ubuntu LTS 22.04;*

x 8 6 x 6 4  
 - *Ethernet 1 0 0 / ;*  
*Intel*<sup>®</sup> *HD Graphics 4000,*

2 ;  
 280 × 720;

1

8 0

1.1

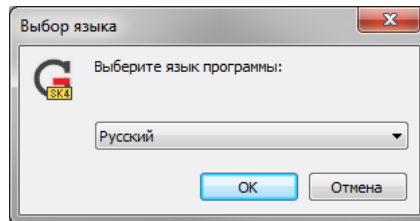
*flash-*

:  
*autorun.exe* – « - » ,  
*autorun.inf* – «  
*Adobe* –  
*PDF- Adobe Reader®* .  
*Autorun* –  
*Docs* –  
*pdf-* ;  
*Install* – *Graphit.*  
*Licenses* – -  
*Production* –  
 « » .



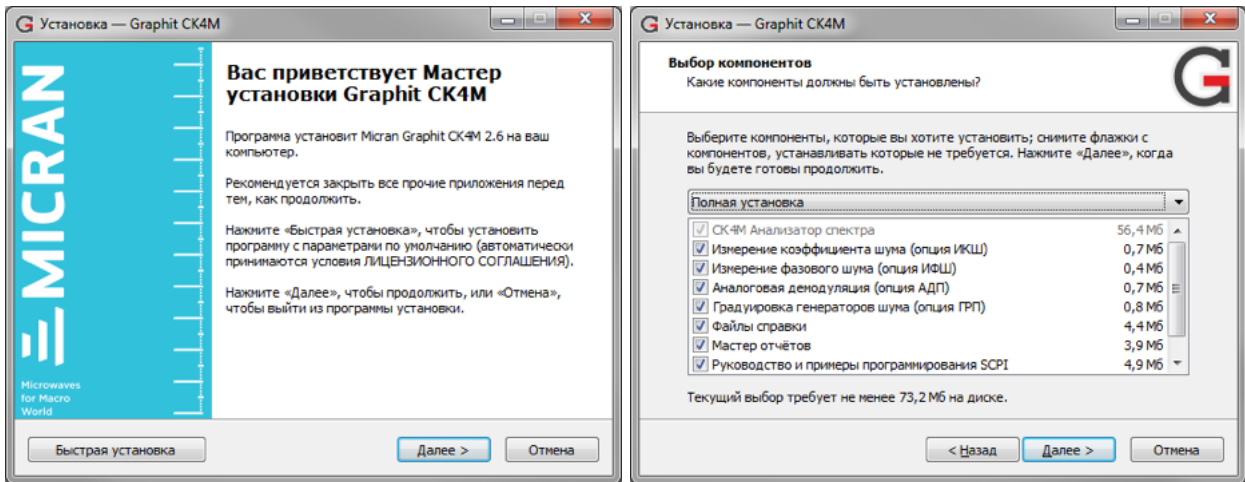
*install\_graphit\_2.6.x\_CK4M.exe,* *Graphit*  
*Install* f l a s h  
*Graphit,* «

1.1.



1.1 – « *Graphit*  
 » ( « » )  
 « » ,  
 1.2-  
 « » -  
 , *Graphit,*  
 1.2- ) .  
 :  
 ) ;

SCPI.



)

1.2 –

)

Graphit

Graphit

1.2

1.2.1

Ethernet

– «

»

«

FTP-

IP- : 169.254.0.254

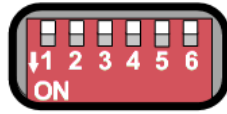
255.255.0.0

IP- 0.0.0.0

sk4m-50-00000001 (

)

« 1.3)», (



1.3 - ( )

» « 1.1.

»

- « ».

*DHCP.*

*IP-*

*DHCP-*

*DHCP-*

*IP-*

*IP-*

*Reset,*

1.1 -

«

»

		<i>ON»</i>	<i>OFF»</i>
1	-	«	»

		ON»	OFF»
2		« DHCP- IP- IP- ( 1) IP- ( 1) »	( 1) « »
3 - 5		-	-
6	( Reset	Reset,	

1.2.2

UTP 5 ( « 1.4) ( » ) , Ethernet -



1.4 -

)

1

TCP/IP-

- 40

3 0

) TCP/IP-



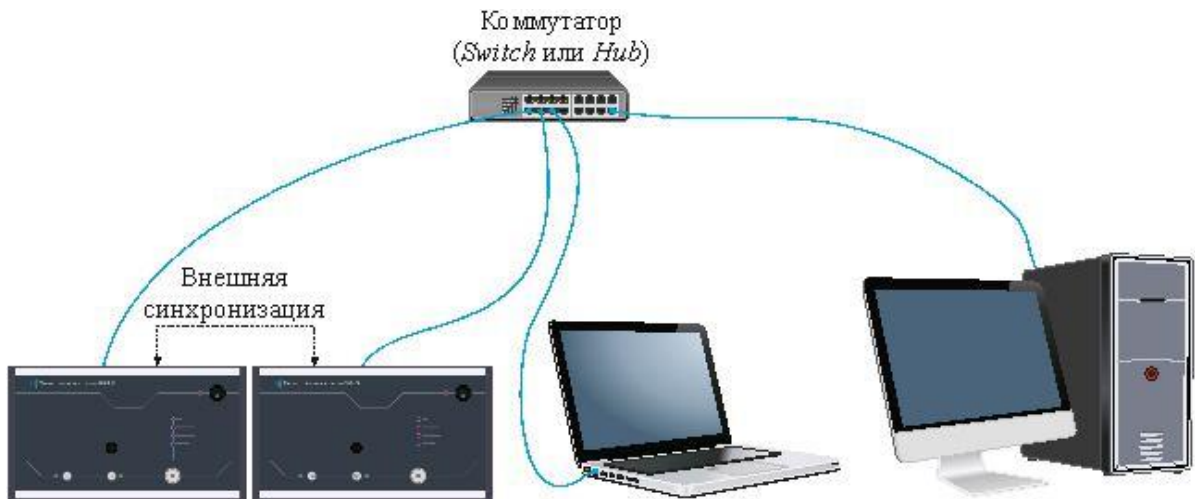
ncpa.cpl

Enter»

Windows® « 4 (TCP/IPv4) »  
 Windows® TCP/IP) » , Win(dows® «IP  
 TCP/IP) » ) , «  
 « IP- OK» . »

1.2.3

1.5)



1.5 -

- DHCP-

2

DHCP-

IP- ( )2 0

1 3

ONж , IP- ( OFF» ) . «

IP- DHCP- DHCP- DNS-

DHCP-

IP-

1 6 9 . 2 5 4 . 0 .

IP-

2OFF» ,

( IP- 1.2.4) . .



1.2.4

WEB-

)

:

;

1.2.2;

;

2 0

) - IP-

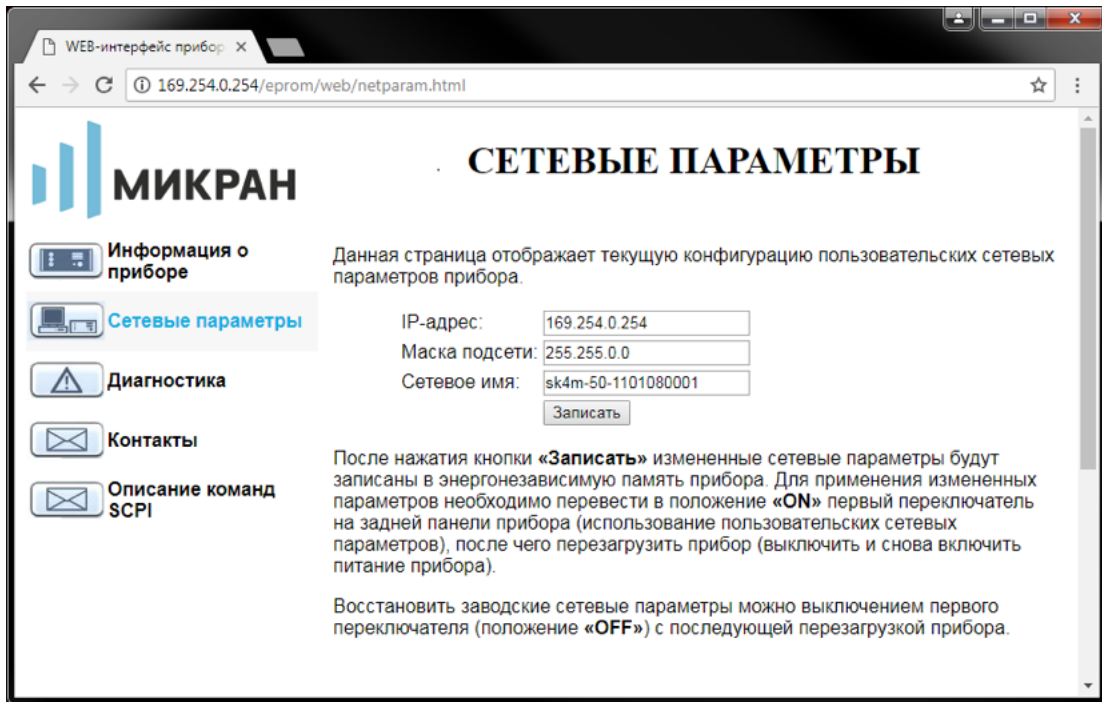
(169.254.0.254 «Enter».)

- «

) « » , «

1.6.

)



1.6 –

IP-



/

« » (

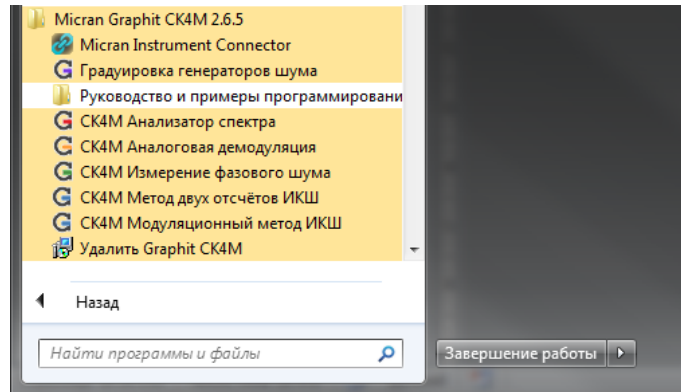
1.3).

2

2.1

*Graphit*

( 2.1).



2.1 – *Graphit*

4

:

3.2);

3.2);

3.3);

( 3.4);

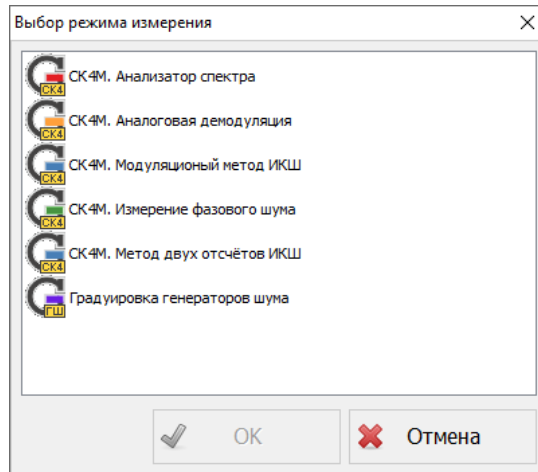
( 3.5).

*Graphit*

« »

Windows®

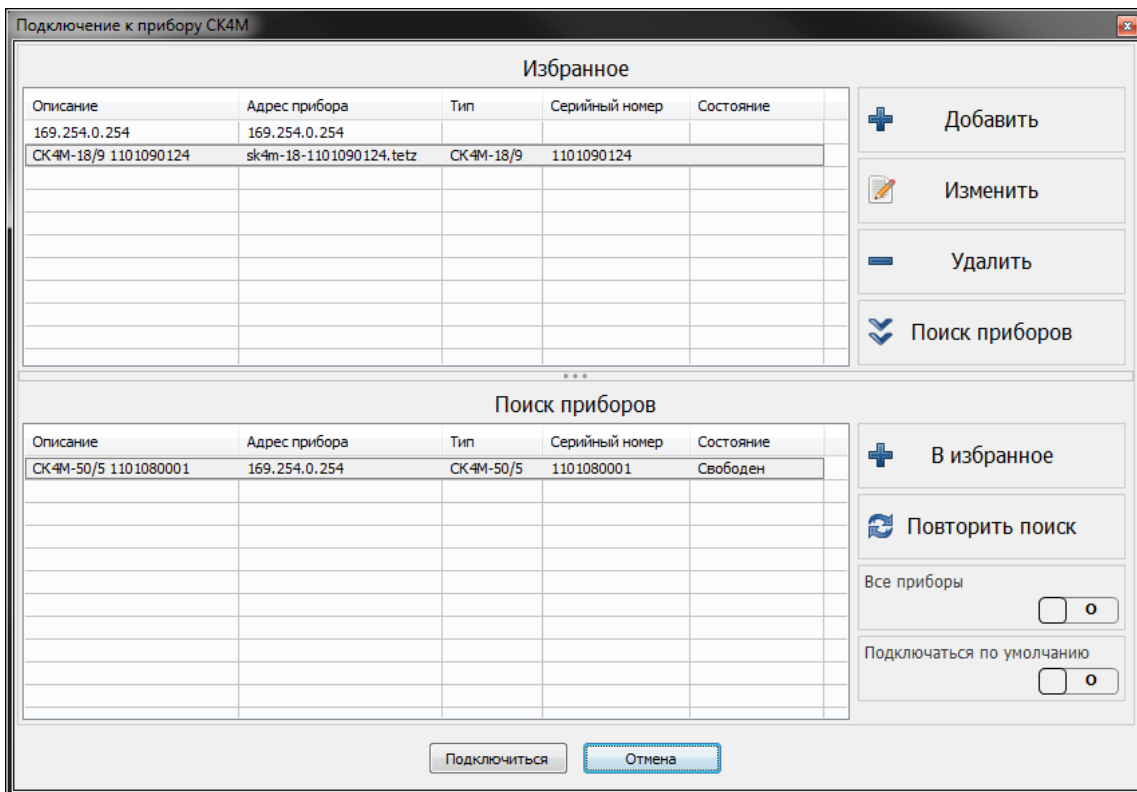
...» ( 2.2).



2.2 –

*Graphit*

( 2.3) .

*TCP-*


2.3 –

»

«

»

«

»

« / « » Graphit.

4 » , 2.4)

WEB- Graphit

Подключиться	Enter
Изменить	Space
Удалить	Del
Переместить выше	Ctrl+Up
Переместить ниже	Ctrl+Down
Копировать адрес	
WEB-интерфейс прибора	
Ярлык на рабочий стол	

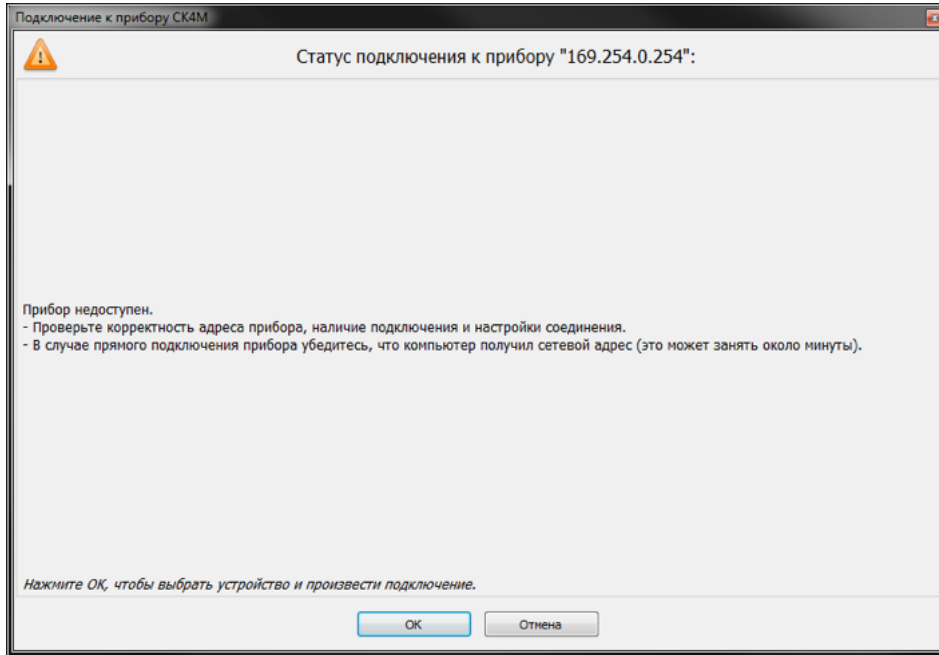
2.4 –

»

2.5). ( К » « O

2.3. « »

4 » . > «



2.5 –

« . DNS- IP- » IP- ( ' 2 1.3) « » ,



2.2

...» lk ( 4.11) . + Licenses flash- Graphit 2.1.

№	Компания	Поставщик	Серийный номер	Опции	Дата истечения
1	АО «НПФ «МИКРАН»	АО «НПФ «МИКРАН»	СК4М-50/2 1117170007	IKSH	2018/06/25
2	АО «НПФ «МИКРАН»	АО «НПФ «МИКРАН»	СК4М-50/1 1117150001	IKSH,IPSH	Не ограничена

2.6 –

2.1 –

*Graphit*

( I		
( I		
ADP)		
(GRP)		
(SRP)		

2.3

Graphit

2.7



2.7 –

Graphit

2.2.

10 МГц;



);

19,99 ГГц ;  
 501 ;  
**10,005 ГГц** ;  
 #ФПЧ 3 МГц ;  
 ВФ 3 МГц ;  
**20 ГГц** .

IP-

;

;

« » .

2.2 -

	Оп. -30 дБм	
-	Атт. 20 дБ	
	КВЦ	
	Выб	
	УниВ	
	МксП	-
	МинП	-
	Сред	
-	#БП	
	#ДО	
	#БО	
	#	
	МШУ	
	ОПОР СИГН	

» , «>>> <<<» , « -

Graphit,

4 . 5 .

2.3 -

	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;">Автомасштаб трассы</div>																					
	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> Генератор шума <input type="checkbox"/> <b>выкл</b> </div>	(																				
	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> Тип фазовых шумов  <b>Быстрая перестройка</b> ▾  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Быстрая перестройка</li> <li>Опт. дальней отстройки</li> <li>Опт. ближней отстройки</li> </ul> </div>																					
	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> Старт  <input type="text" value="10,005 ГГц"/> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33px;">C</td> <td style="width: 33px;">←</td> <td style="width: 33px;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>ГГц</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>МГц</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>кГц</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>±</td> <td>,</td> <td>Гц</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-top: 5px;"> Копировать  Вставить  Шаг (10 МГц)  Тип шага (Аддитивный) ▸  0 Гц  1 ГГц  95 МГц  20 МГц </div> </div>	C	←	X		7	8	9	ГГц	4	5	6	МГц	1	2	3	кГц	0	±	,	Гц	<p>( ) ,</p> <p>«</p>
C	←	X																				
7	8	9	ГГц																			
4	5	6	МГц																			
1	2	3	кГц																			
0	±	,	Гц																			

2.10,

*Graphit*

- 1 0 ) .

2.8

3 0

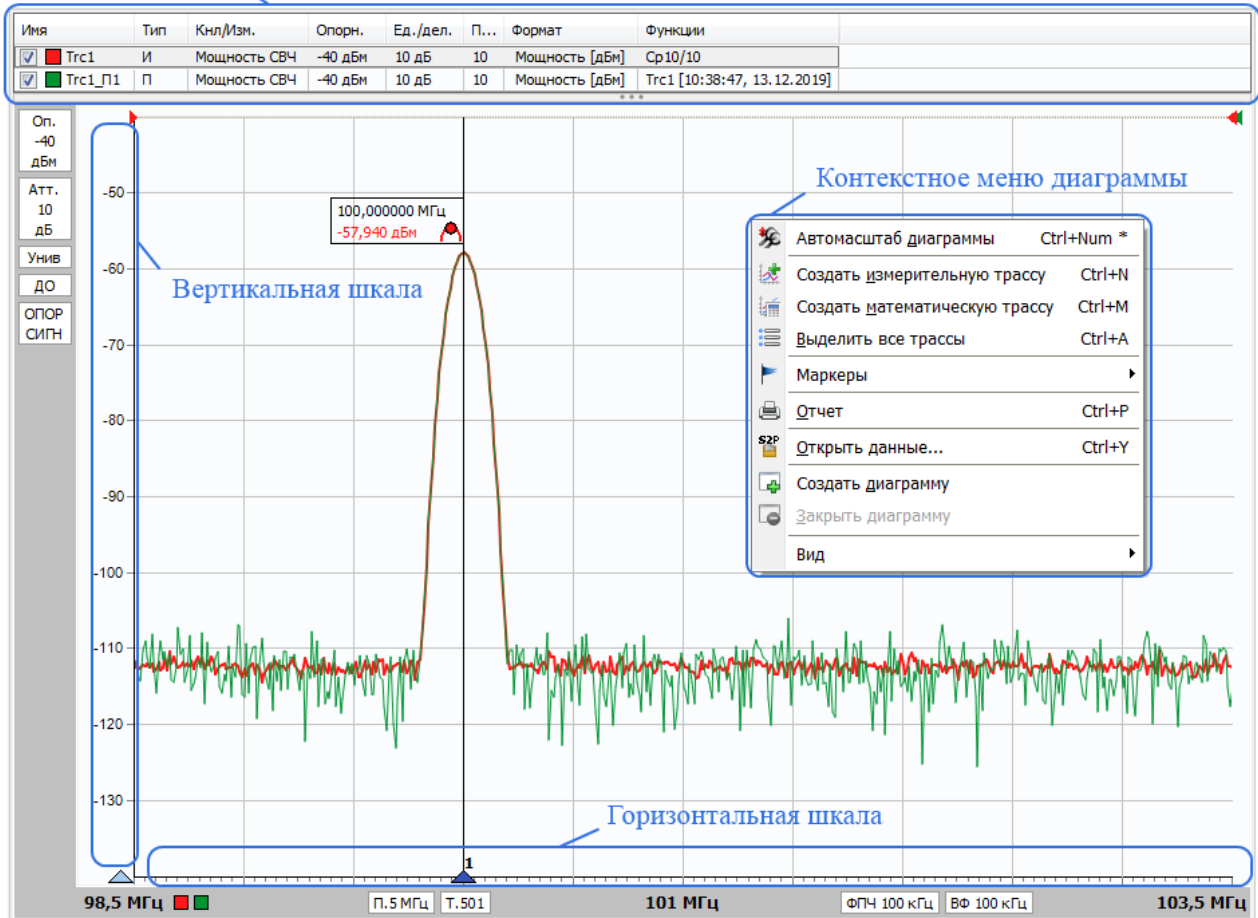


**F11»**

«

**F11»**

Список трасс



2.8 -

2.7.1.



» ( 2.6) „

(

« »

« »

( 2.7) ,

«Shift» ,

Ctrl»



Ctrl+N» . «



« »

Del» .

( ) ,

>

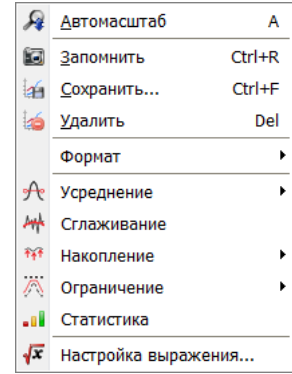
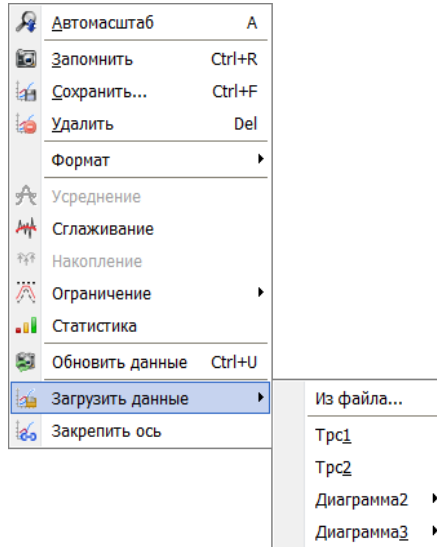
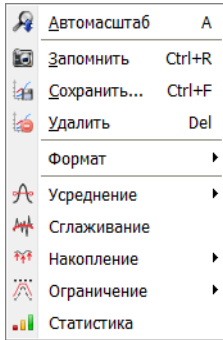
«

4 .

F12» .

«

« - >



)

2.9 –

( 2.9)

(

## 2.4

Файл Управление Диаграмма Трасса Маркер Профиль Вид Справка

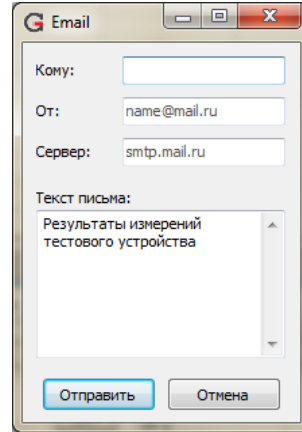
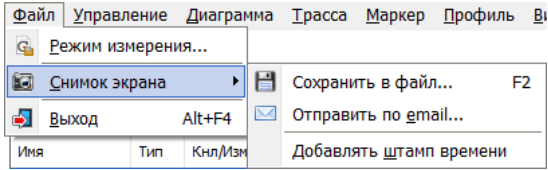
2.10 –

*Graphit,*

2.10,

*Graphit,*

2.11). (



2.11 -

*Graphit.*

2.8).

2.9.

2.48).

*Graphit,*

2.5.

*Graphit.*



**Alt» F10» «**

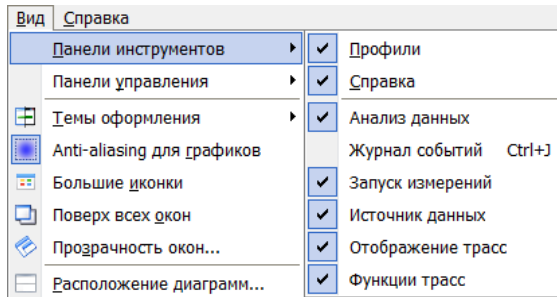
**Alt» F10» « «**

**Alt» , «**

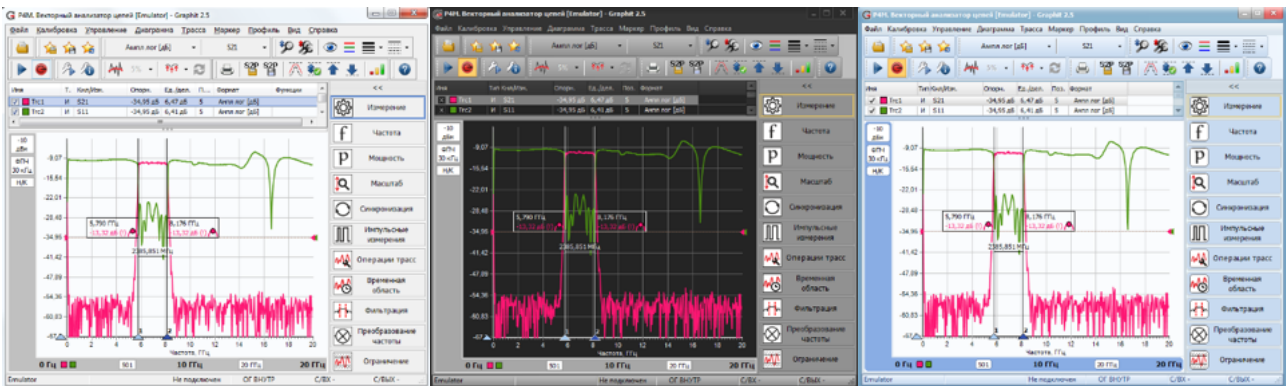
2.5

« »  
*Graphit ( 2.12).*

2.13).



2.12 -



2.13 -

Anti-aliasing

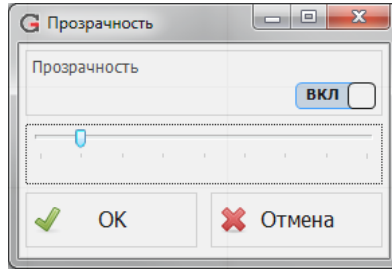
- aliasing

Graphit

Windows®

Graphit

2.14).



2.14 –

«

»

-

-

-

>

»

«

» 2.15-

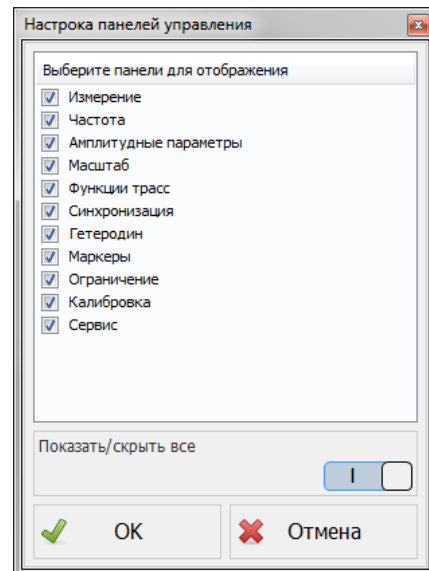
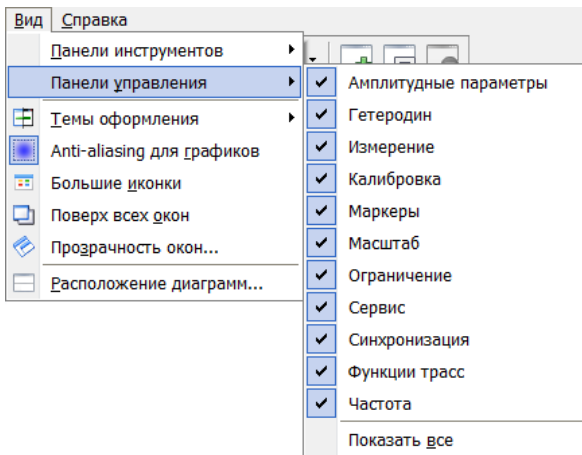
) ,

-

-

( 2.15- )  
2.6.

Скрыть панель  
Настройка панелей управления...



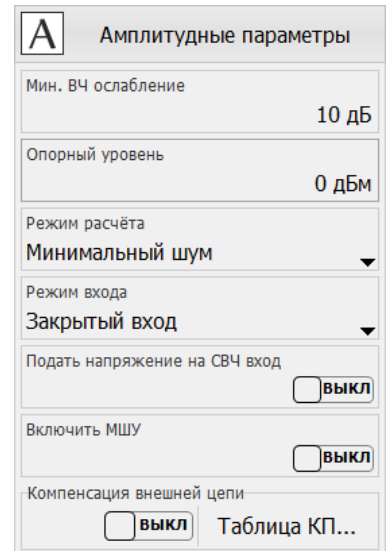
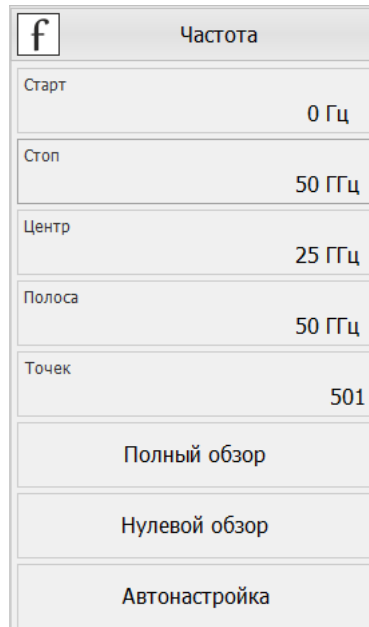
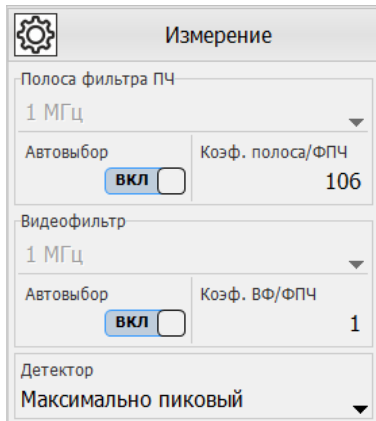
)

)

2.15 –

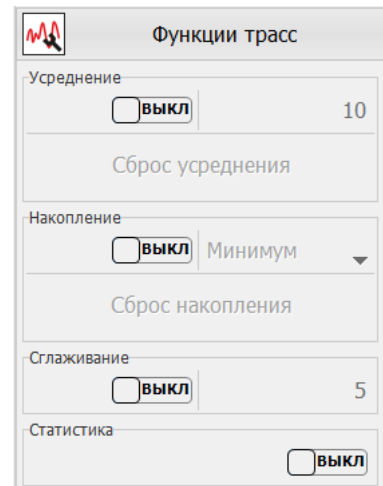
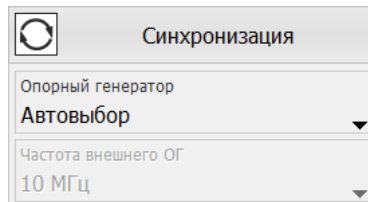
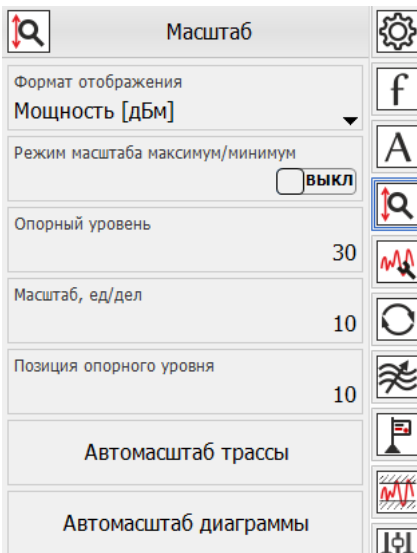
2.6

2.16 – 2.19.



2.16 –

( , ) «» ( ) « » - »  
( ) »



2.17 –

« ( «) » ( ) »  
( ) »

	<b>Гетеродин</b>
Режим	Автоматический
Тип фазовых шумов	Быстрая перестройка

	<b>Калибровка</b>
Смещение преселектора:	0
Автоподстройка уровня	<input type="checkbox"/> ВКЛ <input type="checkbox"/> Выполнить

	<b>Сервис</b>
Источник сигнала	Вход СВЧ
Генератор шума	<input type="checkbox"/> ВКЛ
Ослабление РПТ	61 дБ
Аттенюатор 1	30 дБ
Аттенюатор 2	0 дБ
-----	
Аттенюатор 9	0 дБ

) ) )  
 2.18 – « ( «) , » ( ) « »  
 ( )

	<b>Ограничение</b>
Отображение линий	<input type="checkbox"/> ВКЛ
Тестирование	<input type="checkbox"/> ВКЛ
<b>Верхняя огр. линия...</b>	
Смещение верхней линии (X/Y)	0 Гц   0 дБ
<b>Нижняя огр. линия...</b>	
Смещение нижней линии (X/Y)	0 Гц   0 дБ

	<b>Маркеры</b>
Маркер	5 <input type="checkbox"/> ВКЛ
Задающее воздействие	6,853 ГГц
-> Центр диапазона	
-> Опорный уровень	
Режим маркера	Своб. пол. 0
Все свойства...	
Шаблоны	
Открыть...   Сохранить...	
Сбросить все	

) ) )  
 2.19 – ( ) « « » ( )

**2.6.1**

« »  
 « » –  
 -  
 -  
 -  
 -  
 « -  
 » /, »



« - » ;  
 « - » ;  
 « - » ;  
 « - » ;  
 « - » ;  
 « - » ;  
 « - » ;  
 ( , ( )

2.6.3

« »

« . » -  
 ;  
 « »



!  
 !  
 « » -  
 ;  
 « » -  
 ;  
 « - » -  
 ;  
 « ( » -  
 « » « »



« - »

( » 2.17- ) 2.7.2.

**2.6.5** « »

« - »

« : - » -

**2.6.6** « »

« - » -

« - ; » - ;

« - » - ;

« - » - ;

2.7.

**2.6.7** « »

« - » -

« - ; » -

« - »

« - »

« - »

**2.6.8 « »**

« - » ;

« - »

« -...» -

« (X/Y)» -

/ ;

« -...» -

« (X/Y)» -

/ .

**2.7.7.**
**2.6.9 « »**

( 2.10):

« - »

;

« - »

«-> - »

«-> - »

« - » ;

« - ...»

« - ...»

« - ...»

« - ...» ( )

**2.6.10**

« - »

« - »

« - »

-  
-  
-

« -

**2.6.11**

« »

« » -

-

:

« - »

1 0 0 ;

« - »

-

-

;

« - »

« - 1 . . 9 »

-

**2.7***Graphit*

3

:

;  
;  
;

-

« » -

( « »

*Graphit*

« ) » « » ( « » ) » . « » -  
 » «2.20) ,

Коефф лог [дБ]    КШ

2.20 -

«

»

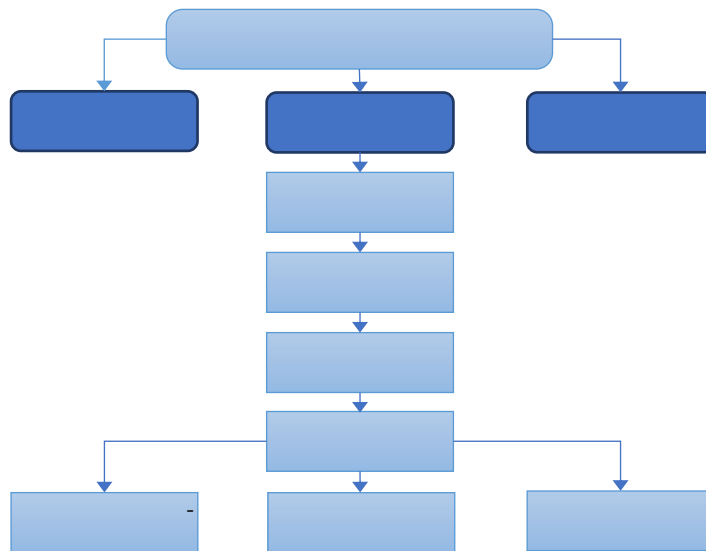
2.21)



2.21 -

«

2.22.



2.22 -

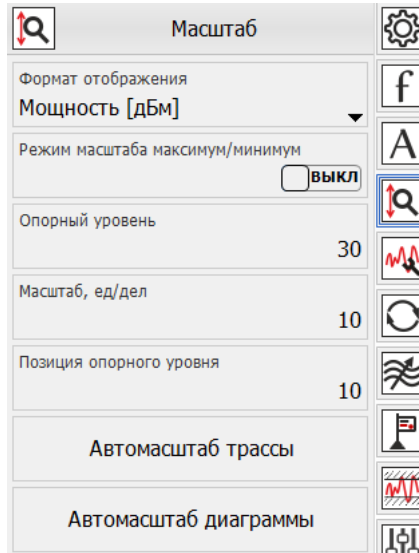
-

### 2.7.1

« » 2.20) 2.9) , - ( « » ( « » 2.23). ( , , ) , - « »phosphor» , « » ) , « » ) «heatmap», « »2.7.(0).

### 2.7.2

- , - - ) . 10 1 0 ( 2.23). « 2.23) / - / » « ( . / . ) . » « **A**» ( - ) , ó - « » « **Ctrl+\***» ) . ( - » ( 2.24).



2.23 –

«



2.24 –

«



[ – ; ] » .

«

- ) - ) . ( ( - ,

«F9».

, 0

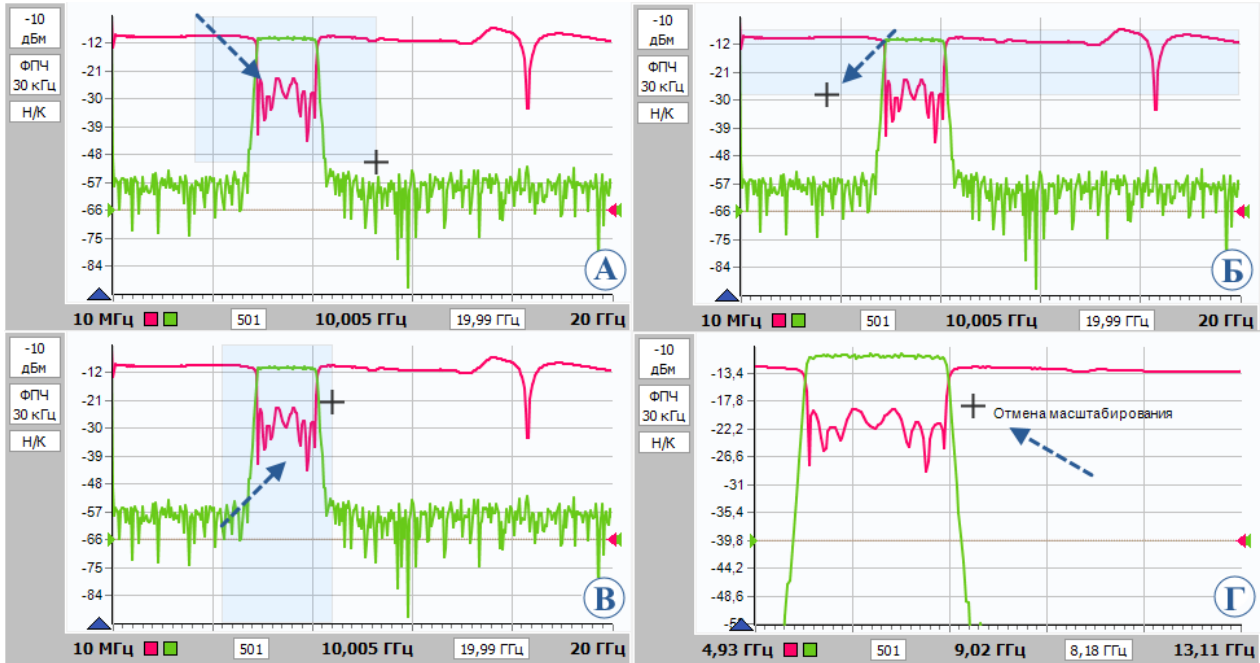
( « > Y»

X»

« X» ) .

Graphit

( )



2.25 -

:

« - »  
2.25- .

« - »  
2.25- ) . (

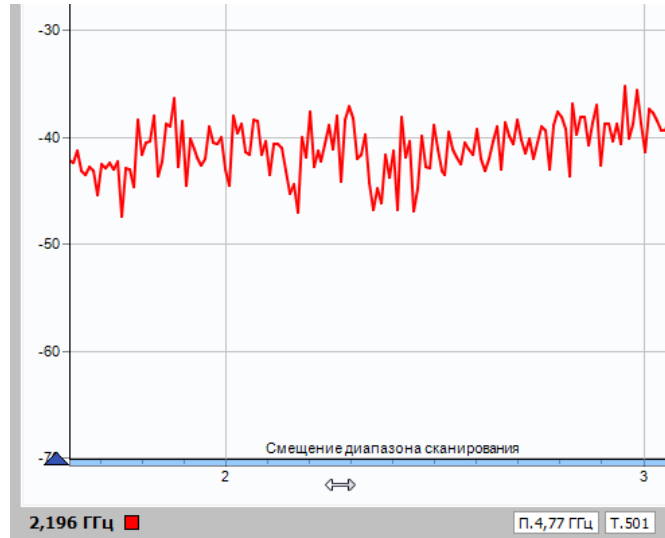
2.25- ) . (

« - »  
( 2.25- ) .

«

»

2.26.



2.26 –

### 2.7.3

( )

«

...»

«

...»

(

2.9-

)

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-



«Ctrl+R»



) ,

»

-

-

-

-

-

-

-

-

-



2.7.5

« » ( 2.21) .  5% -

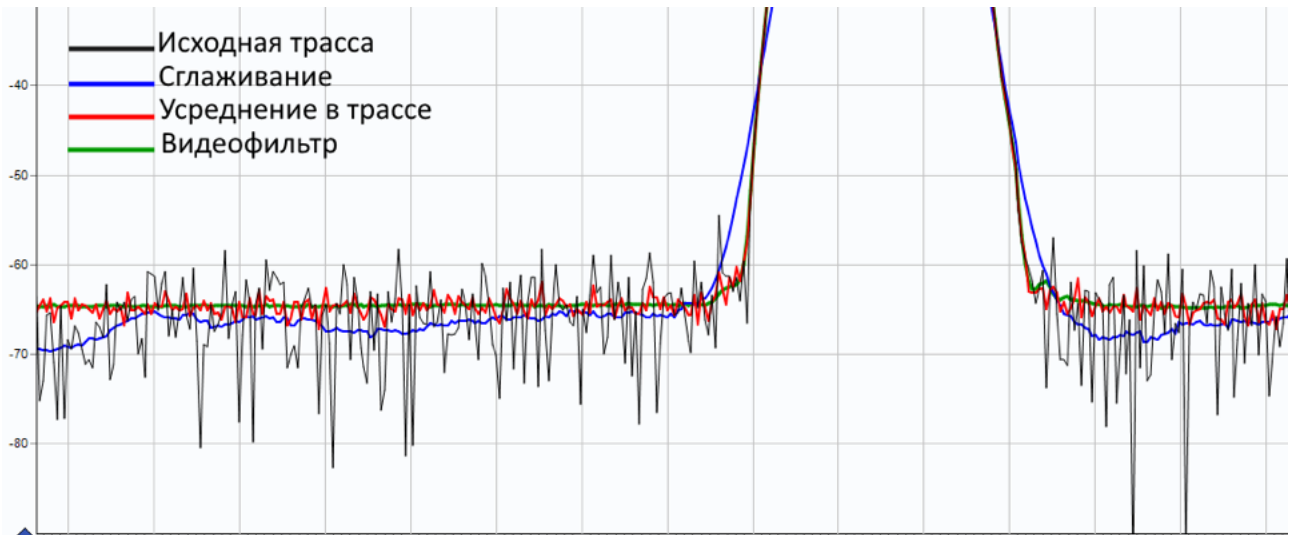
$$[\%] = (N + 1) / \quad , \quad (1)$$

$N + 1$  - ;

$$S_i = \frac{1}{N + 1} \sum_{n = N/2}^{N/2} S_i n , \quad (2)$$

$S_i$  - ;  
 $S_i'$  - ;  
 $N + 1$  - .

( 2.29).



2.29 -

( 2.7.6)



2.7.6

2.29)

« 2.30)» (  $K > 1$  )

$$S_i = \frac{1}{k} S_i - \frac{k-1}{k} S_{i-1}, k < K \quad (4)$$

$$S_i = \frac{1}{K} S_i - \frac{K-1}{K} S_{i-1}, k = K$$

$S_i$  –  
 $S'_i$  –  
 $k$  –  
 $K$  –

«  »

Усреднение

Вкл 10

Сброс усреднения

2.30 –


2.7.7

«

»

2.31)

2.21).

 **Ограничение**

Отображение линий  **выкл**

Тестирование  **выкл**

Верхняя огр. линия...

Смещение верхней линии (X/Y)  

0 Гц
0 дБ

Нижняя огр. линия...

Смещение нижней линии (X/Y)  


0 Гц
0 дБ

2.31 –

«

2.32).

**Верхняя огр. линия - Trc1**



№	X1 [МГц]	Y1 [дБ]	X2 [МГц]	Y2 [дБ]
1	0	-40	5000	-40
2	5000	-10	9000	-10
3	9000	-40	20000	-40
4				

**OK**
 **Отмена**

2.32 –

«X»

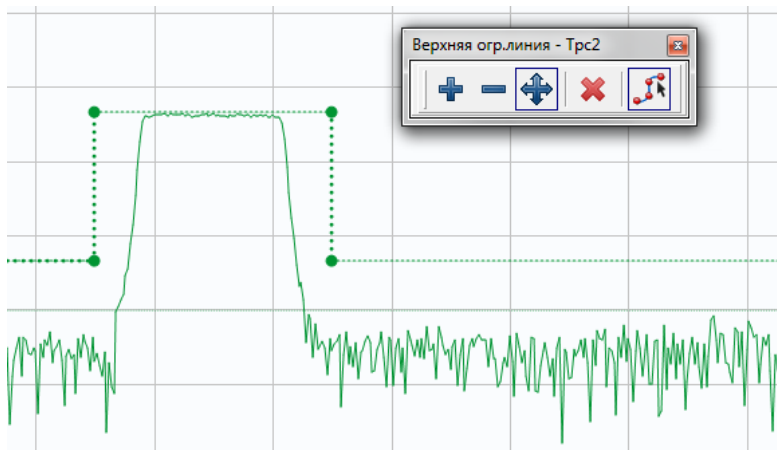
«Y» –

( 2.33).



( )

(



2.33 -

«

»

( 2.31)

2.34.

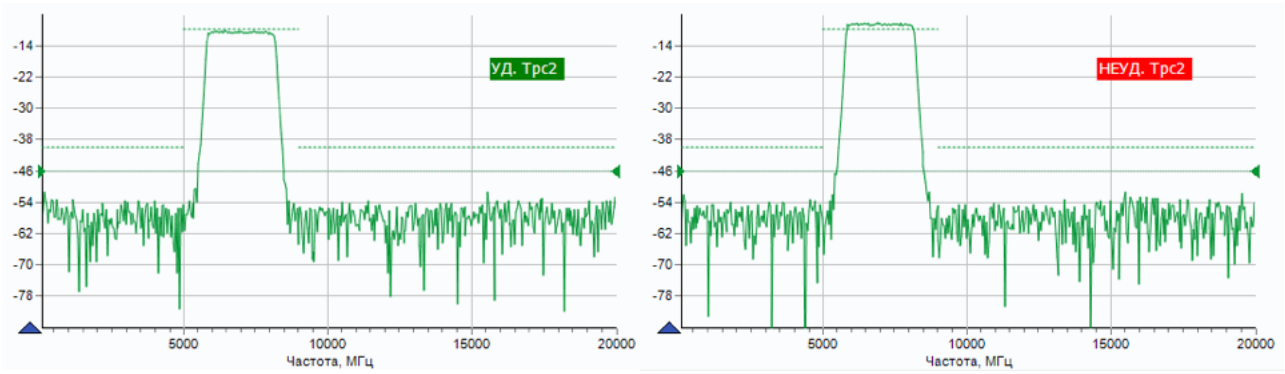
- «

»

«

(X/Y)»

/



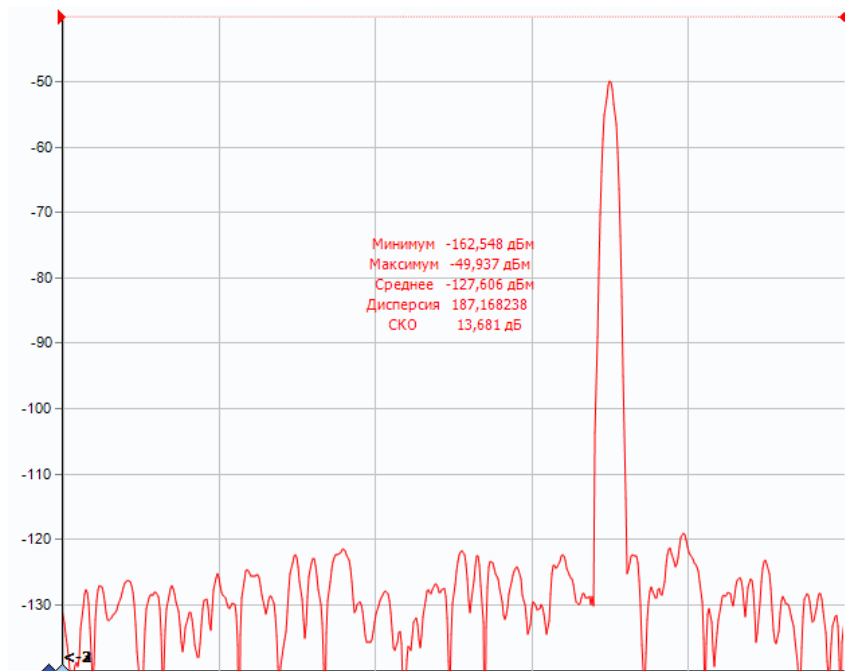
2.34 –

2.7.8

«

»

4.38.



2.35 –



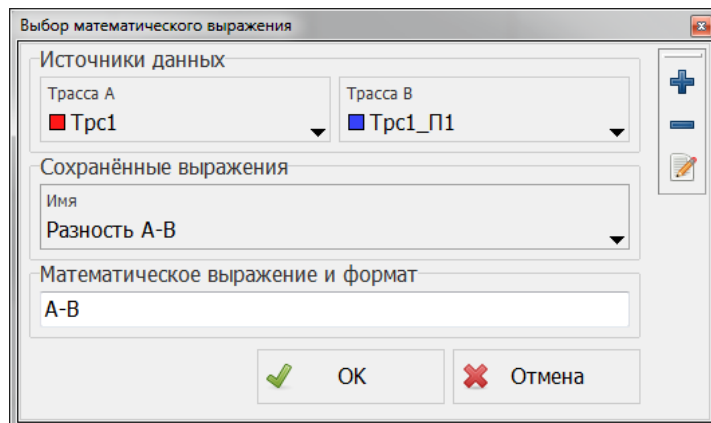
«

2.21) .

»

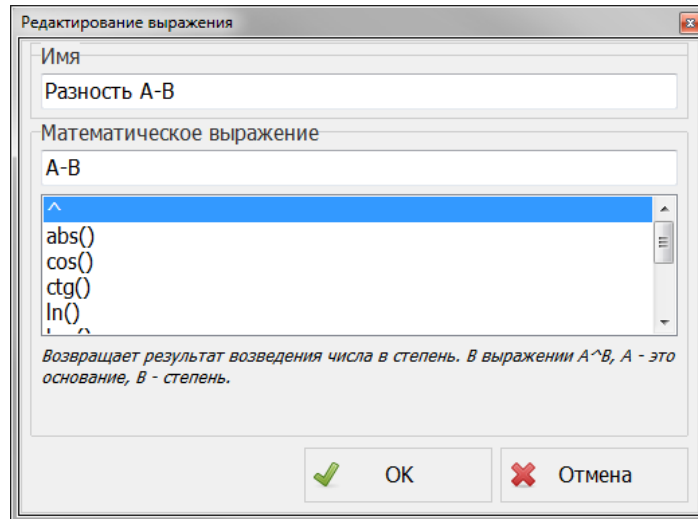
2.7.9

2.9- ) ,  
 ( 2.36).  
 « Ctrl+M » .  
 « B » ) «  
 «  
 Y- ( )  
 A Y-  
 B. X- ( X- A.



2.36 – «

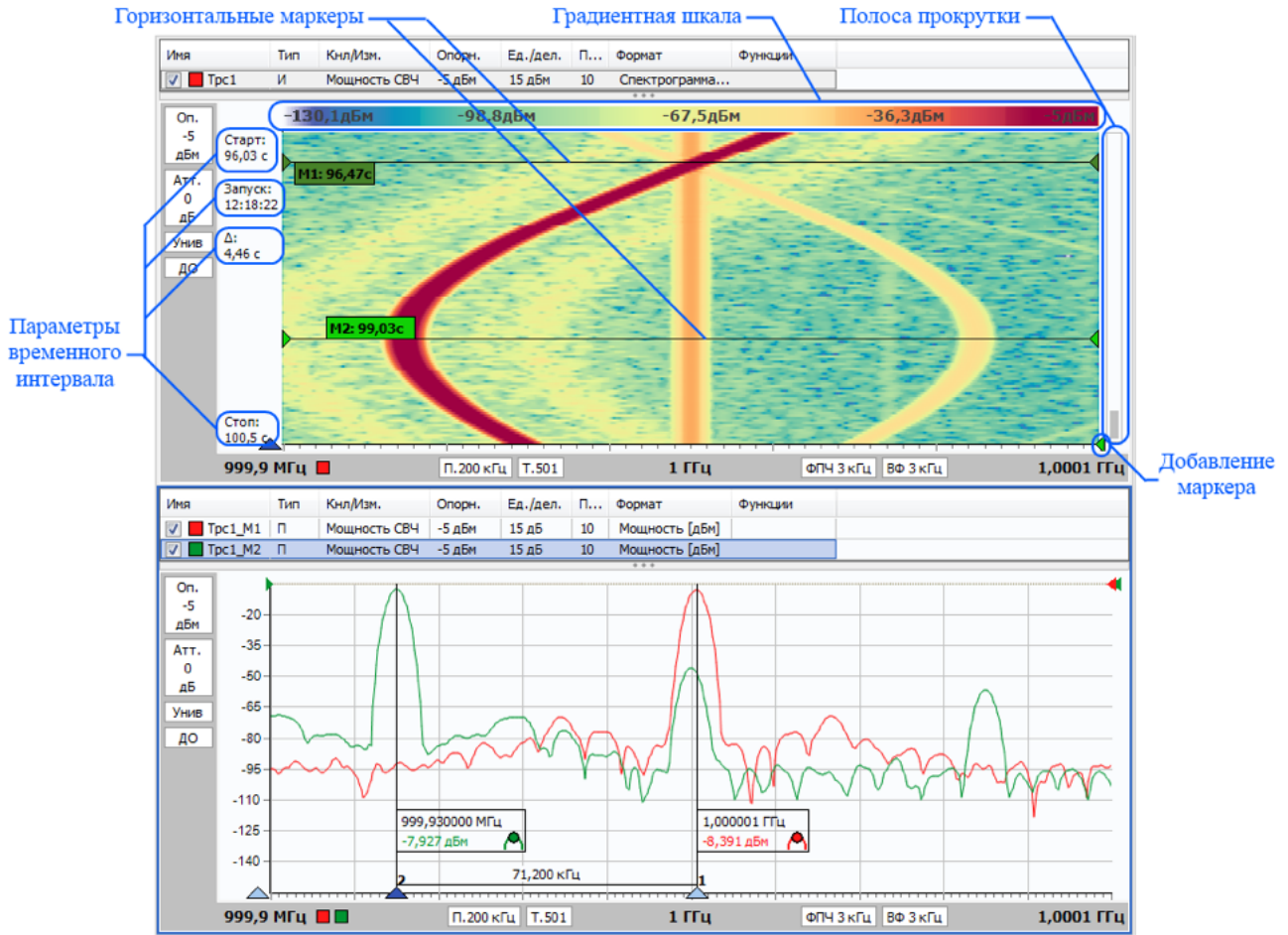
2.37), (



2.37 –

### 2.7.10

« [ ]» ( . 2.7.1).



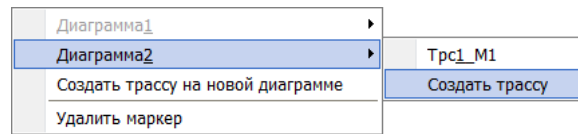
2.38 –

( 2.38 / 70 ) ,

« 1 \_ 1 » « 1 \_ 2 »

(96,47 99,03 2.38).

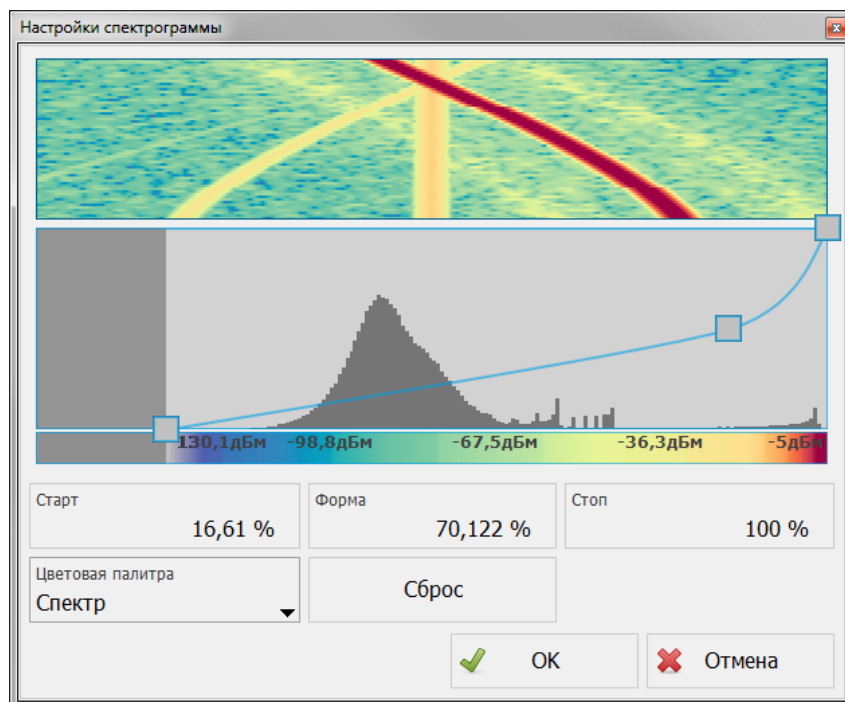
» . « « » , «»



2.39 –

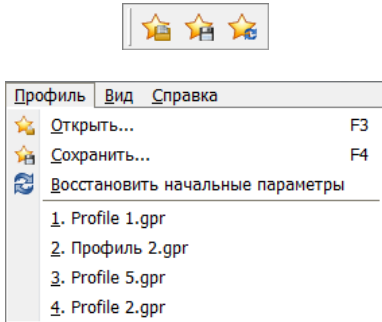
» . 2.7.2).

( 2.40),



2.40 –



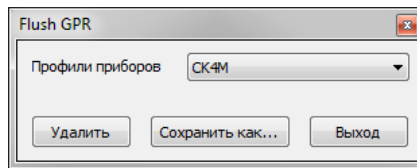


★ Список профилей

Профиль	Дата изменения	Прибор
Profile 1	2018.03.16, 13:06:19	P4M
Profile 3	2018.03.16, 13:06:29	P4M
R4M	2018.03.16, 13:06:50	P4M
Профиль 1	2018.07.27, 15:41:13	СК4М
Профиль 2	2018.07.27, 15:41:17	СК4М
Профиль 3	2018.07.27, 15:41:19	СК4М

2.42 –

FlushGPR.exe,  
Graphit (2.43)

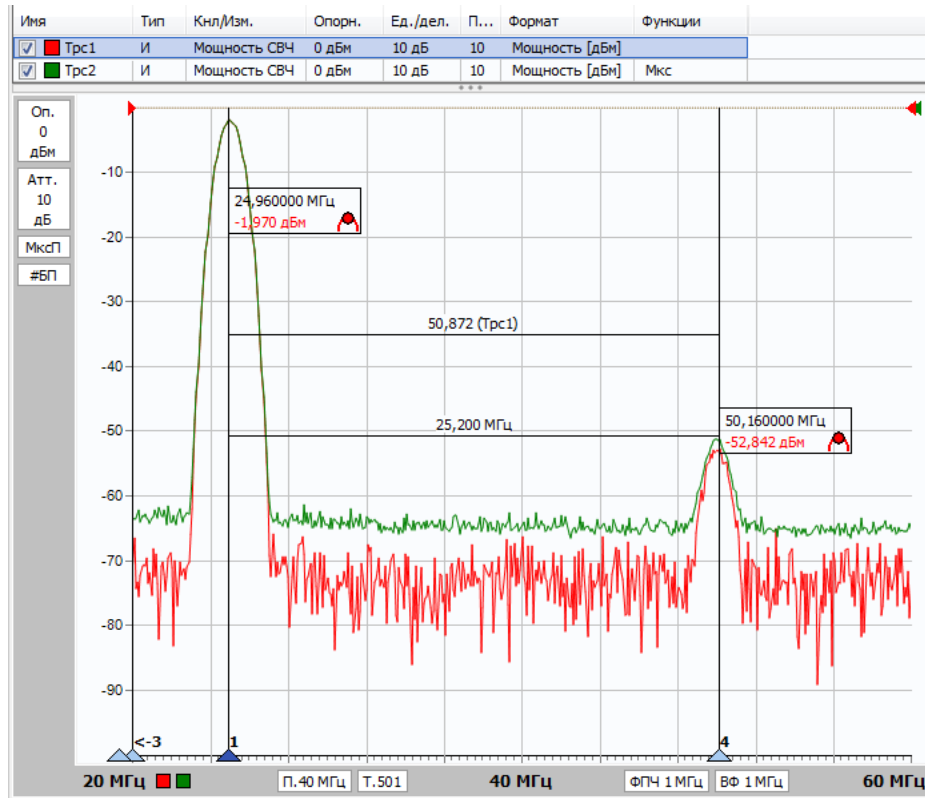


2.43 –

Flush GPR

2.10

2.44)



2.44 –

2.10.1

« *Ctrl+J* » « -

*V* » . «

« > « *Ctrl+E* » .

*Graphit* -

( ) -

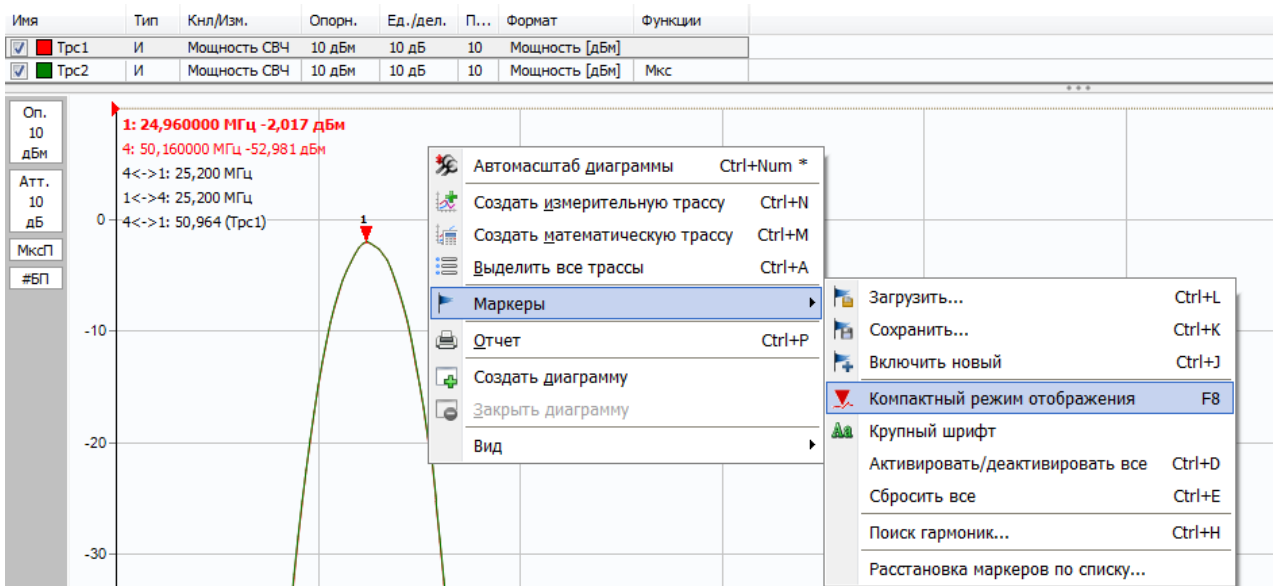
« ( -

2.45), -

...» .

» > 2.45, «

Graphit.



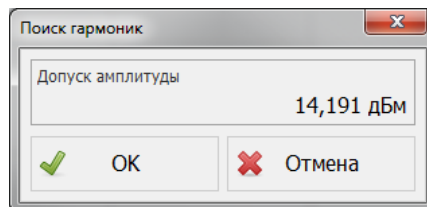
2.45 –

« ( 2.45) . . . »

2.46) (

2.10.3) .

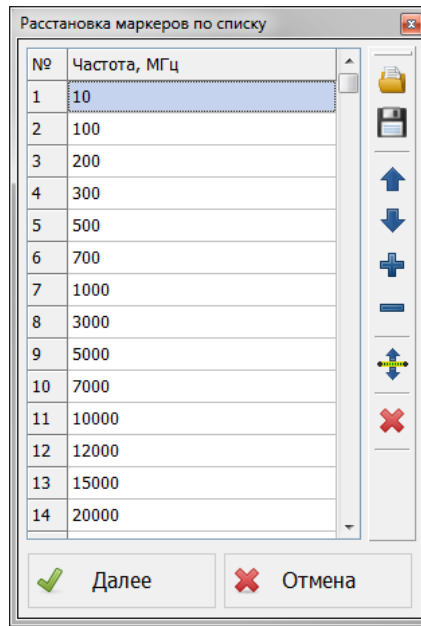
1, 6 4 5 \*



2.46 –

« ( 2.45) –

2.47) . (



2.47 –

« »

2.49).

- (

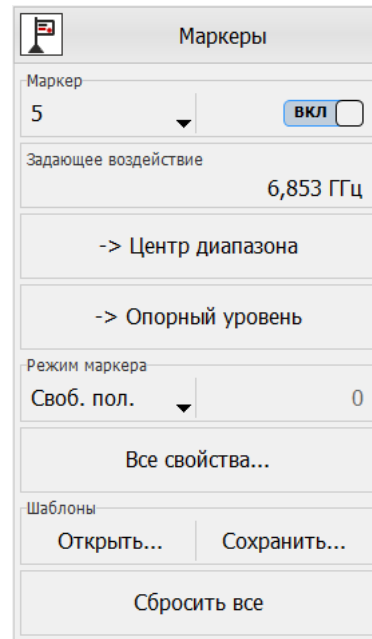
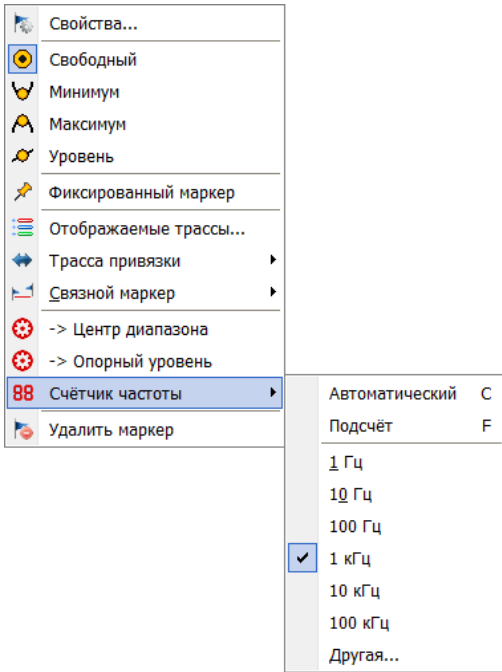
## 2.10.2

2.48-

; 2.48- –

« ...»

2.50). (



)

)

2.48 –

2.49),

(

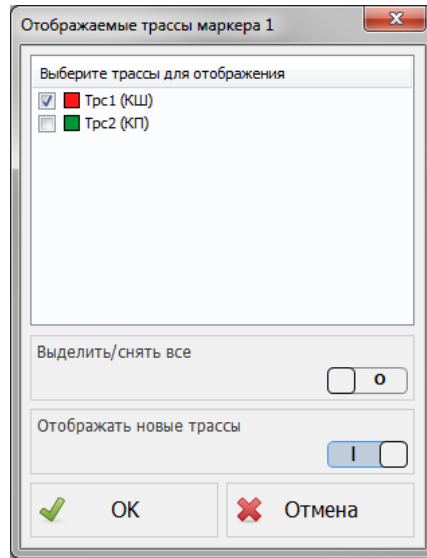
«

-  
-  
-  
-  
-

...»

«

»



2.49 –

« »

2.10.4.

«->»

,

-> «

»  
(

-  
)



!

!

-

«

»

(  
-  
-  
-)

«F») ,

( «

« »).

(1 , 10 . ) .

...» .

«

«

» :

/□ ;  
 C . / ;  
 D . / ;  
 E . / ;  
 F . / ( ;  
 U . / ;  
 V . / ;  
 S . / ;  
 Ctrl+1□9

Свойства маркера 2 (Trc2) ×

<p><b>Общие</b></p> <p>Состояние <span style="float: right;"><input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b></span></p> <p>Задающее воздействие <span style="float: right;">5,945 ГГц</span></p> <p>Точность (абсцисс/ординат) 6   3</p> <p>Дискретный <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> <b>выкл</b></span></p> <p>Статистика <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> <b>выкл</b></span></p> <p>Фиксированный маркер <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> <b>выкл</b></span></p>	<p><b>Поиск</b></p> <p>Режим <span style="float: right;">▼</span>  <input checked="" type="radio"/> Свободный</p> <p>Трасса привязки <span style="float: right;">▼</span>  <span style="color: green;">■</span> Trc2</p> <p>Слежение <span style="float: right;"><input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b></span></p> <p>Трасса дельта <span style="float: right;">▼</span></p> <p>Диапазон поиска 10 МГц   15 ГГц</p> <p>Опорный маркер <span style="float: right;">▼</span></p> <p>Полный диапазон <span style="float: right;"><input checked="" type="checkbox"/> <b>вкл</b></span></p> <p>Смещение уров. -&gt; <span style="float: right;">▼</span> 3 дБ</p> <p>Автопоиск <span style="float: right;">▼</span>  <b>Выключен</b></p> <p>Уровень <span style="float: right;">0 дБ</span></p> <p>Номер экстремума <span style="float: right;">1</span></p> <p>Допуск <span style="float: right;">10 дБ</span></p>
---	---

✓ **OK**    ✗ **Отмена**

2.50 –

« ( »2.50)

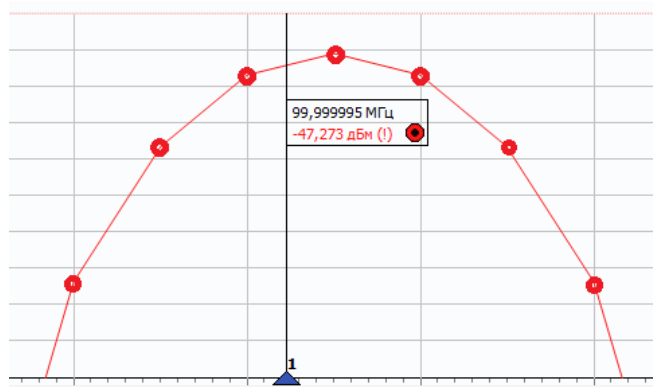
« »

« . 2.10.3)( -  
 « ( / ) »

« » -

« » ( )

(( ! 2.51).



2.51 -

« / / » .  
 « ( « » :  
 . 2.1(0.3)  
 «

2.10.3

:  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );  
 - ( );

( )

« » . -

*Shift*» -

» ( 2.50) « ( - (

) » «( ) , » -

: ( « ' - » ' ) -

» « - -

2.53- ). ( -

( )

» ,->» « ( « <- <-

» ,->» « ( . -

) «

« ( .2.10.2),

« - , »



(

2.10.4) ,

« » « »

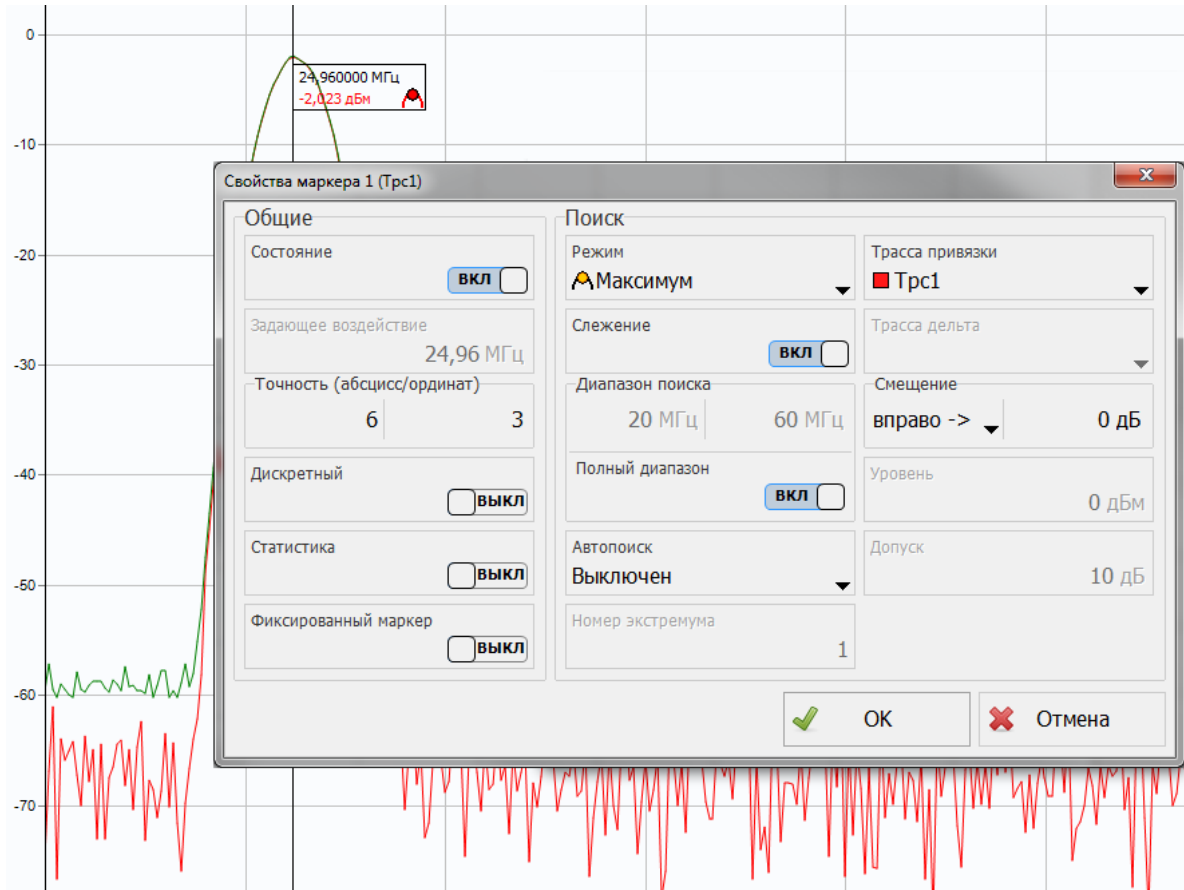
) « » ,

« » . « » « » (

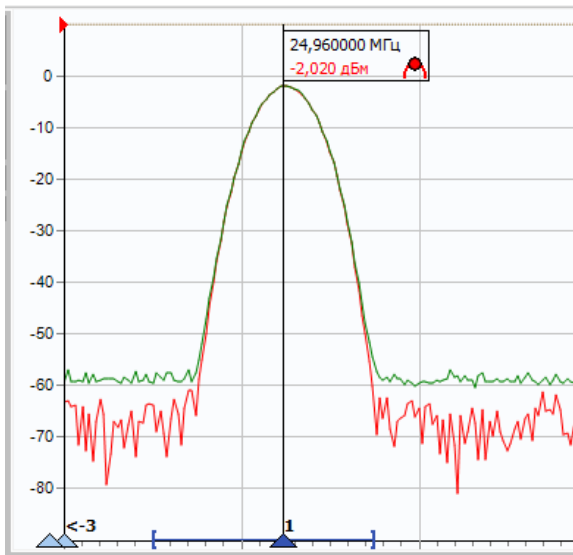
« » « » « » (

4.49-

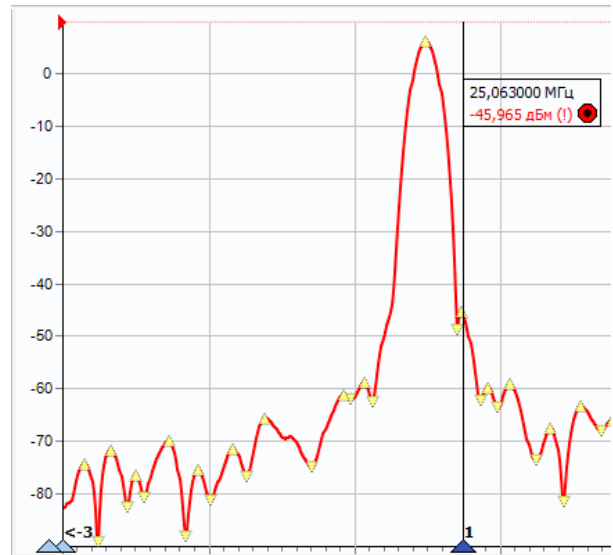
«à » « В » , »



2.52 -



)



)

«

2.53 -

«

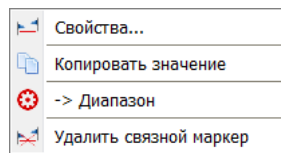
»

«

»

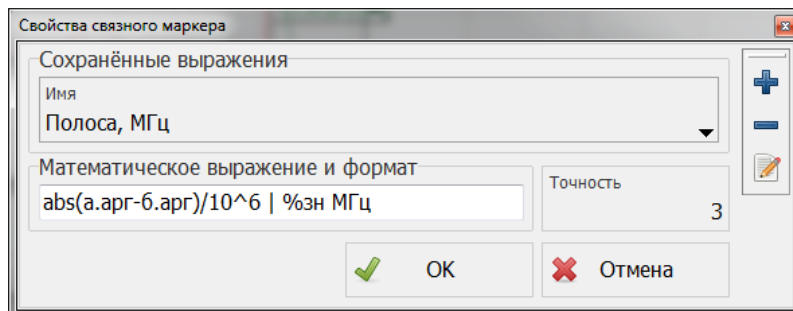
2.10.4

2.54)



2.54 –

2.55,

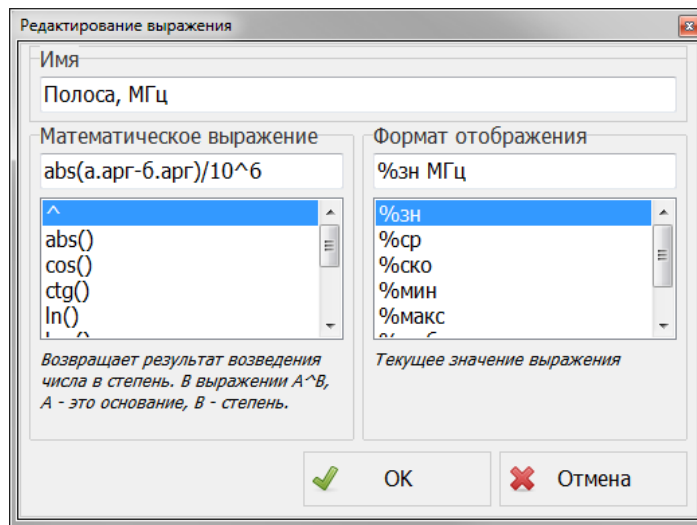


2.55 –

»

2.56),

(



2.56 –

) :

^ –

\*, / –

+, □ –

0□□

2.4 –

<i>cos</i>	
<i>tg</i>	
<i>ctg</i>	
<i>log</i>	
<i>sqrt</i>	
<i>sqr</i>	

(

) ;

« 1(» «

« 2(» , . . .

« » « .»

« »

« »

□ -

;

□

-

« /» ( ) ,

« |» ,

:

□ -

;

□ -

;

□ -

□ -

;

□ -

;

□ -

( ) ;

□ -

\_\_\_\_\_ : . 1 . | : %

« : » «

\_\_\_\_\_ : . 2- . 1 1 | % ; % ; % ; %

« 1 » « 1 » .

2.11

Компенсация внешней цепи

№	Част, МГц	КП, дБ
58	1160	-1,792
59	1180	-1,81
60	1200	-1,832
61	1220	-1,85
62	1240	-1,869
63	1260	-1,884
64	1280	-1,904
65	1300	-1,916
66	1320	-1,929
67	1340	-1,943
68	1360	-1,95
69	1380	-1,96

OK Отмена

2.57 –

2.57),

«

2016-

»

*\*.tr*),  $S_{21}$  Touchstone® (*\*.s2p*) ,

*\*.csv*). (

( )


« 2.16- .) » ( КВЦ .

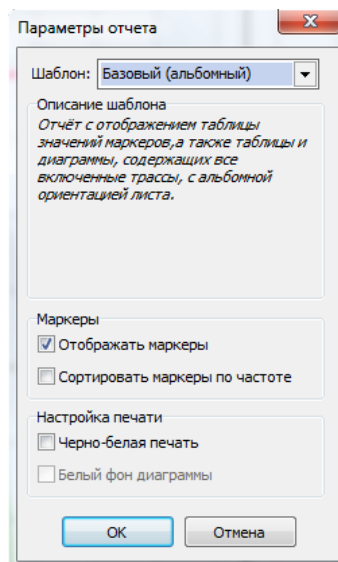
2.12

: ;

**Ctrl+F**

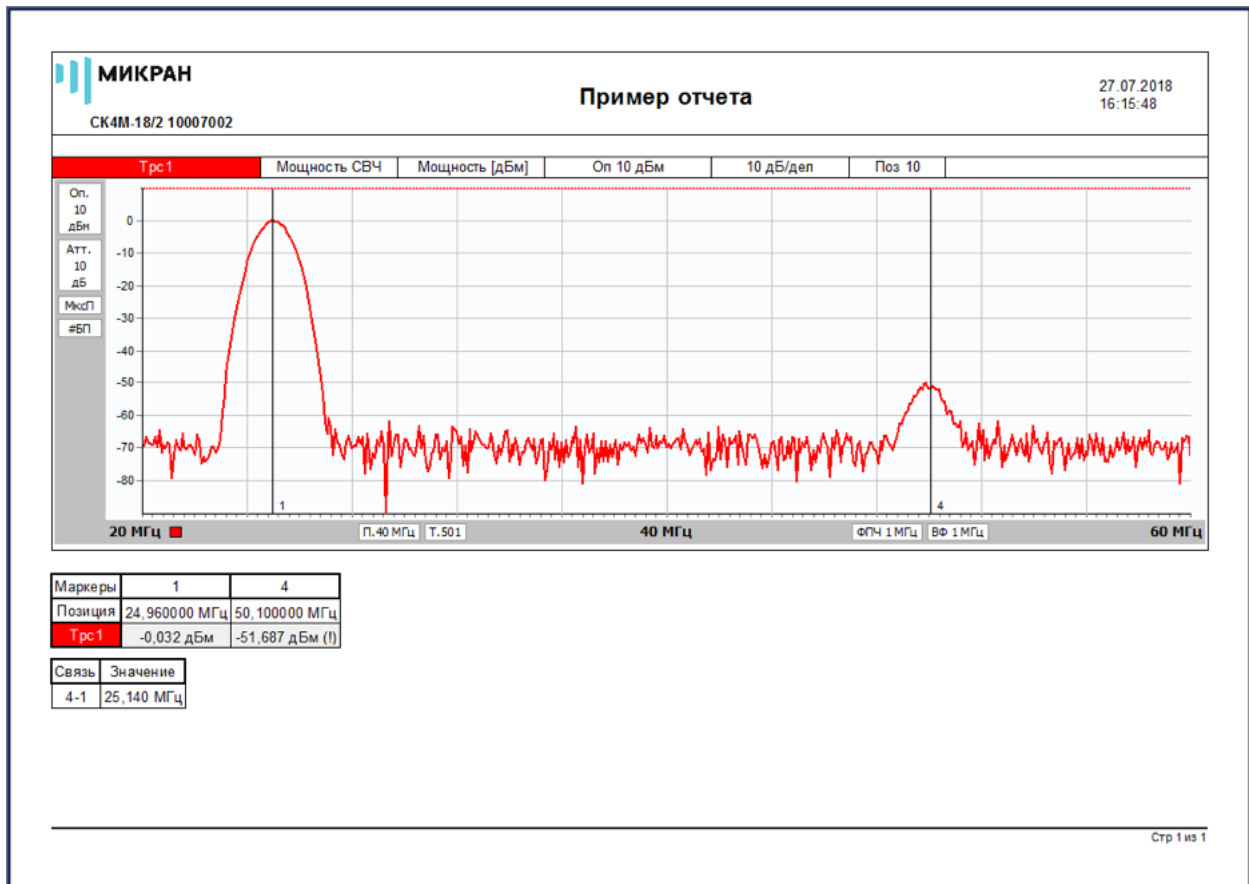
*tr csv*

» ,  **Ctrl+P** « 2.58) ( « » .



2.58 –

2.59.

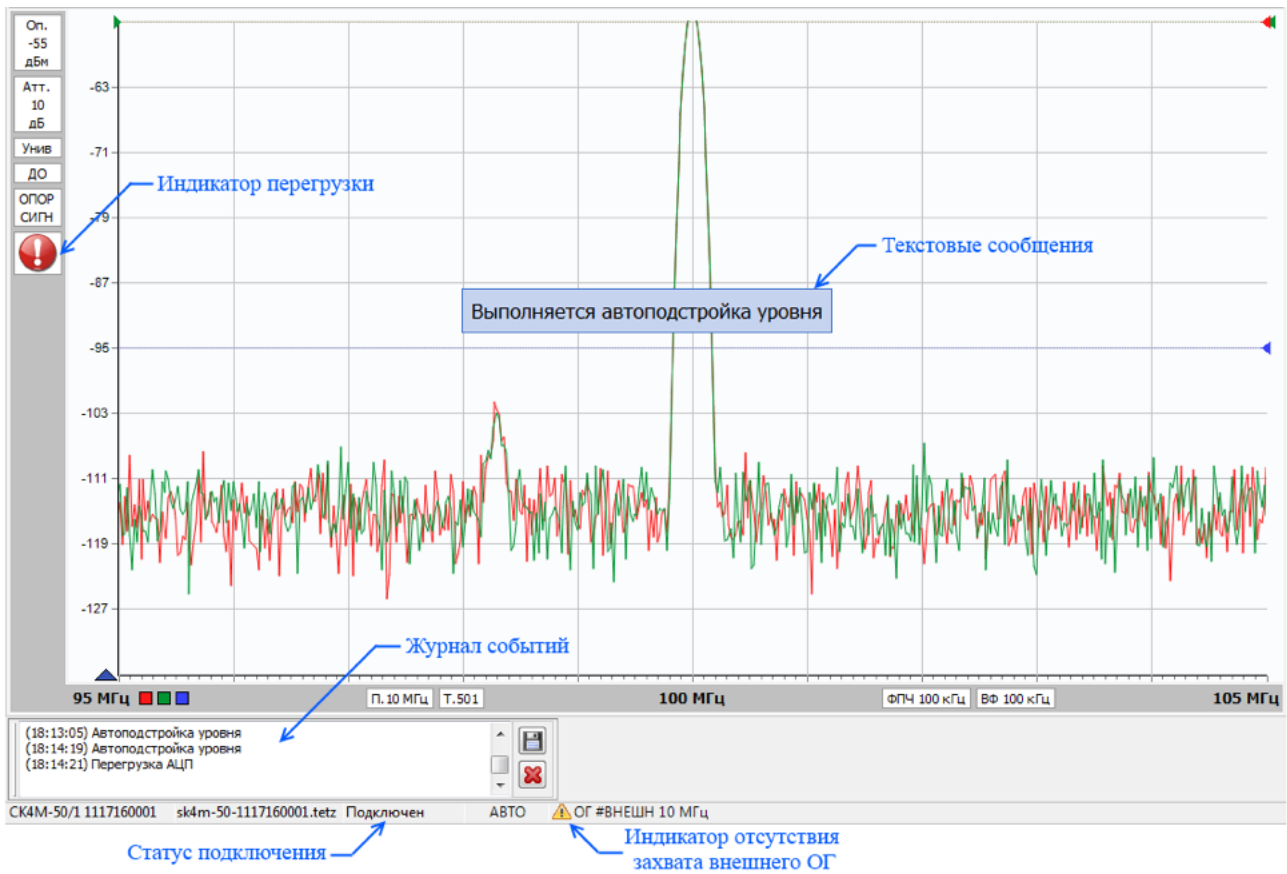


2.59 –

pdf, html, rtf ( Word), odt ( Open Office) jpeg.

2.13

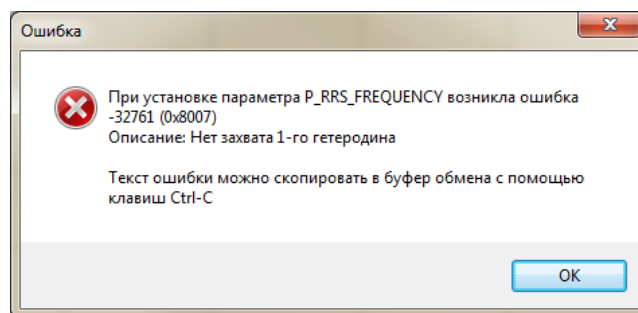
2.60) . -



2.60 –

( 2.61).

«Ctrl+C».



2.61 –


» . « > - «

» «Ctrl+J»

log)

2.14 « »

2.5 - « »

	
«	
F1	
F2	
F3	
F4	
F5	/
F6	( )(/
Alt + F4	
Alt + F5	
F9	/
F10	) (
F11	
CTRL + P	
Delete	- ) (
Ctrl + A	
Ctrl + F	
Ctrl + R	(
Ctrl + M	(
Ctrl + N	( )

Ctrl + U	
Ctrl + Z	
C	. / .
D	. / .
E	. / .
F	
	. / .
U	
V	. / .
S	. / .
Ctrl + (1~9)	
	) ,
	)
	) ,
	)
Ctrl + J	
Ctrl + E	
Ctrl + L	
Ctrl + K	
Ctrl + D	) /
F8	. / .
Ctrl + H	
Ctrl + S	
Ctrl + O	
Ctrl + Up	
Ctrl + Down	
Ctrl + Ins	
Ctrl + Del	
Ctrl + R	
Ctrl + Up	

---

Ctrl + Down	
Ctrl + Ins	
Ctrl + Del	







### 2.15.1.3

*Graphit*

Touchstone® S2P.  $S_{2P}$  (2.15.2.2);  $S_{2P}$  (2.12)

$L_0 = 0$  ;  
 $L_1$  ;  
 $L_0$   $L_1$  ;  
 (2.62).

(2.13)

$S_{2P}$   $S_{2P}$  (2.15.2.2).  
 $S_{2P}$   $S_{2P}$  (2.12)  
 (2.5) ( ) ;

(2.14)

$S_{2P}$   $S_{2P}$  (2.15.2.2).

2.12)

**2.15.2**

...»

«

&gt;

»

**2.15.2.1**

(

2.15.1.1)

2.15.1.2).

(

**2.15.2.2**

( ) »

2.62)

«

(

-

( ) .

2.15.1.3)

( .

S2P S-

: »

» .

Мастер градуировки ГШ

### 2. Настройка конфигурации ГШ

Градулируемый генератор шума (ГШ)

Модель: ПШМ2-20В-13 №: 1234567890

Потери: D:\Потери\_в\_аттенуаторе1.s2p

Используемый переход: пользовательский

ослабление: 0 дБ на F = 0 МГц  
0,08 дБ на F = 5 ГГц

Эталонный генератор шума (ГШЭ)

Характеристика (ИОШТ): D:\MyDocs\micran\_graphit\2848100156.enr

Потери: Выберите файл ->

Используемый переход: по файлу S2P

файл: D:\Потери\_в\_аттенуаторе2.s2p

<< Назад **Далее >>** Отмена

2.62 –

### 2.15.2.3

) .

### 2.15.2.4

( 2.63).

Мастер градуировки ГШ

**4. Контроль и экспорт данных**

Контролируемые параметры

Пределы ИОШТ 12,7 дБ ÷ 16,4 дБ

Нестабильность ИКШ Пределы

Сходимость ИОШТ Пределы

Оценка ССКП Пределы ПГ эталона ПГ метода

ПГ КП (кал) ПГ КП (изм)

Экспорт данных

Путь сохранения файлов: D:\MyDocs\micran graphit\1234567890

ENR-файл ИОШТ  ENR-файлы промежуточных вычислений ИОШТ ГШ

NGD-файл ИОШТ  Исходные данные измеренной мощности

XLSX-файл ИОШТ  Профиль Graphit

<< Назад Далее >> Отмена

2.63 –

« »

«

»

(

)

(

«

»

»

«

2.15.1.2)

«



### 3

#### 3.1

*Graphit* 4 . « »

*Windows®*, « > « -  
 (.» 2.1). .

1 . : -  
 .4.10 , I ,

2 . ,

3 . ) . -  
 «

( 2.16- )  
*Graphit* -  
 . -

" : , ( 4-5). -

4 . « ( » 2.16- ) . -  
 « » « » -

« » » -

5 . 2.16- )( -  
 . -

6 . « .2.11). -  
 2.8). ( . . -



3.2

( )

3.2.1

3.2.4) ,

4 ( 3.2.2



20



2.2). ( .

( 4 .«

( . . ) « - » 5 0

«

) . (

( 4 .«

« »

( ) « »

Y-

$$T = 290$$

*Graphit*

*Graphit,*

Windows®,  
2.1).

Graphit,

«

»

«

-

»

«

»

:

«

»

- » .2 8

### 3.2.2

4 . «

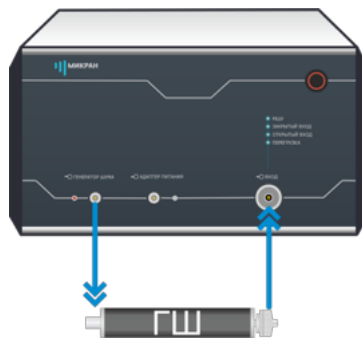
»

1 .

2 .

( 3.1):

;



3.1 -

3 .

« >

»;

( » 3.2- );

f Частота	
Старт	10 МГц
Стоп	20 ГГц
Центр	10,005 ГГц
Полоса	19,99 ГГц
Точек	501
Сканирование по списку	<input type="checkbox"/> <b>ВЫКЛ</b> Список...
Полный обзор	
Нулевой обзор	

Измерение	
Полоса фильтра ПЧ	3 МГц
Степень усреднения	13
Характеристика ГШ...	
Время установления ГШ	200 мкс
Инверсия ГШ	<input type="checkbox"/> <b>ВЫКЛ</b>
Температура окр. среды	290 К

A Амплитудные параметры	
Ослабление ПЧ	0 дБ
Ослабление ВЧ	0 дБ
Включение МШУ	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ВКЛ</b>
Режим входа	закрытый вход
Подать напряжение на СВЧ вход	<input type="checkbox"/> <b>ВЫКЛ</b>
Компенсация внешней цепи до ИУ	<input type="checkbox"/> <b>ВЫКЛ</b> Таблица КП...
Компенсация внешней цепи после ИУ	<input type="checkbox"/> <b>ВЫКЛ</b> Таблица КП...

) ) )  
 3.2 – « » ( ) « » -  
 ( ) »

! !  
 ( , )  
 ( « (!) »  
 3.2« ) »  
 ( « - »  
 ); « 3.2- )  
 ; -  
 ( . 3.2.4) « -  
 « » , -  
 4 . « « - »  
 ...» . ( 3.3). -

Характеристика ГШ

Серийный номер МУ44421865  
Модель 346С

№	Част, МГц	ENR, дБ
1	10	15,09
2	100	14,88
3	1000	14,61
4	2000	14,47
5	3000	14,4
6	4000	14,42
7	5000	14,44
8	6000	14,51
9	7000	14,66
10	8000	14,93
11	9000	15,14
12	10000	15,17
13	11000	15,22
14	12000	15,15
15	13000	15,07
16	14000	14,98

OK Отмена

3.3 –

5 .

«

3.2.3

4 .

«

»

1 .

4.10

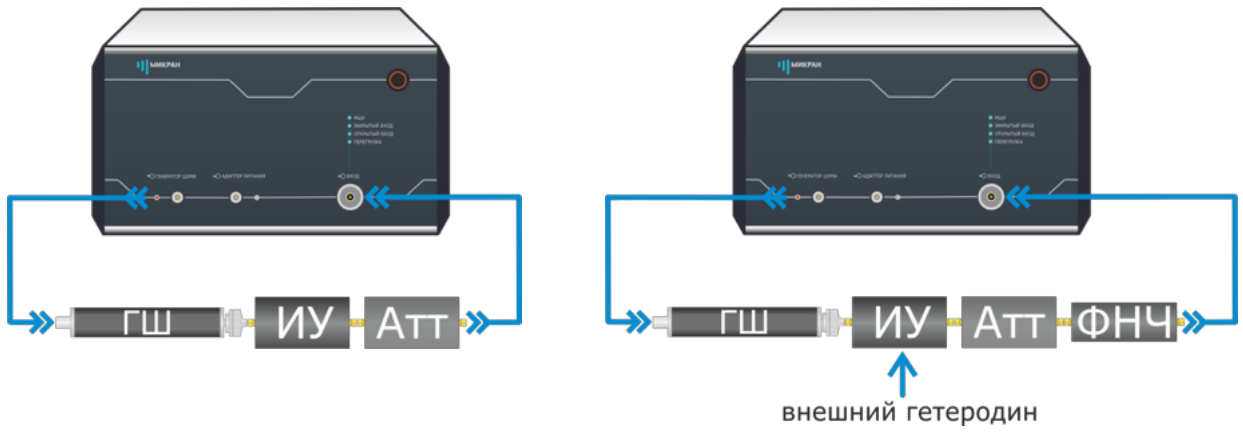
I

2 .

3 .

3.4):

(



3.4 – )

)  
( ) , ( )

3.4- ;

3.4- .

A;

4 .

> « »;

( » 3.2- );

3.2« )

);

( « - »

« ( 3.2- )

. 3.2.4); (

« » , - «



, - « (! ) »

1),

« » ( )

( »

; )

30 ,

« »<sup>2)</sup>

5 .

...» .

« « - »

( 3.3).

( )

6 .

, »



« >

1)

2)

3.2.4

4 .

«

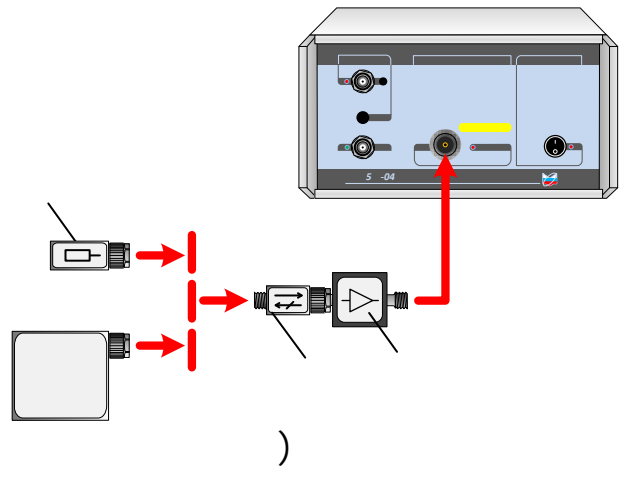
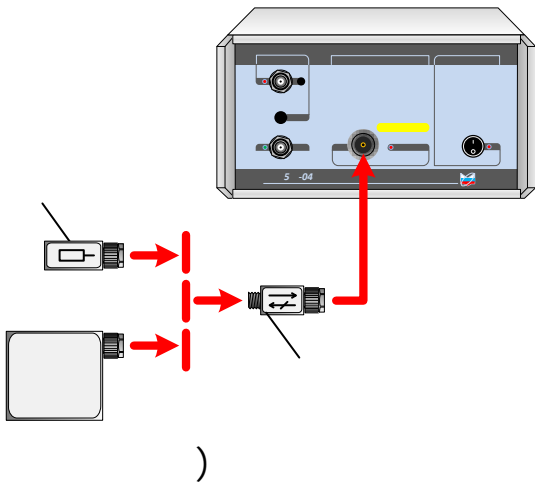
»

1 .

2 .

3.5- .

) (



3.5 -

3 .

>

«

»;

» 3.6- ) ;

f Частота	
Старт	10 МГц
Стоп	20 ГГц
Центр	10,005 ГГц
Полоса	19,99 ГГц
Точек	501
Сканирование по списку	
<input type="checkbox"/> ВЫКЛ	Список...
Полный обзор	
Нулевой обзор	

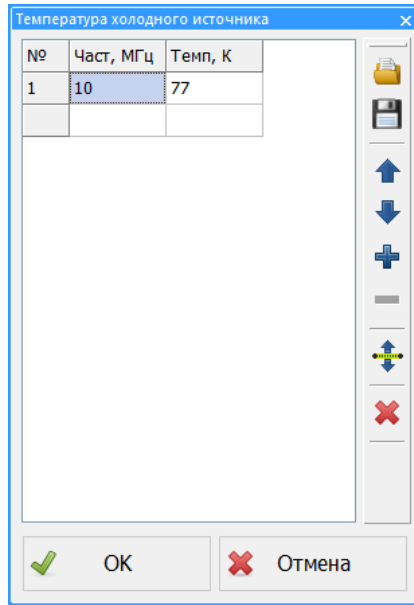
Измерение	
Полоса фильтра ПЧ	3 МГц
Степень усреднения	10
Генератор шума	<input type="checkbox"/> ВЫКЛ
Инверсия ГШ	<input type="checkbox"/> ВЫКЛ
Температура окр. среды	290 К
Температура хол. источника...	

A Амплитудные параметры	
Ослабление ПЧ	0 дБ
Ослабление ВЧ	0 дБ
Включение МШУ	<input checked="" type="checkbox"/> ВКЛ
Режим входа	РЫТЫЙ ВХОД
Подать напряжение на СВЧ вход	<input type="checkbox"/> ВЫКЛ

) ) )  
 3.6 – « » (- ) ,  
 ♦ ( ) »



!  
 ( , -  
 ( , « (! ) »  
 » ( 3.6« )  
 ( « » ); « 3.6-» ) ( -  
 ;  
 4 . « « »  
 ...» .  
 (



3.7 –

«

5 .

«

»

«

3.2.5

4 .

«

»

1 .

. 4.10 , I , -

2 .

3 .

( ) 3.5- . -

4 .

> « »;

» 3.6- ) ;

» 3.6«( )

( « » ;)

«

3.63.2- »

)

, ;

«

»,

-

«



- -

, - « (! ) »

5.

« «

»

» .

...

-

,

.

-

-

-

-

(



( , )

-

-

»

, 290 ) .

6.

«

»

,

-



»

«

«

» (

3.6- ),

-

(

-

### 3.2.6


( 3.8) ( , . . ) -

3.1.

3.1 -

	$f -$ $( f_{LO} ) -$	
«	$f f$	
« »	$f f f_{LO}, f_{LO} const$	$f$
« »	$f f f_{LO}, f_{LO} const$	
«	$f f f_{LO} const$	$f$

« ( ) , » « » « » , « » ( 7 - ) ( . 3.6). ( , - ) , ( ) - » . « « - »

 Преобразование частоты	
Преобразование частоты	вверх ▾
Частота гетеродина	1 ГГц
Фиксированная ПЧ	1 ГГц
Отображаемые частоты	преобразованные ▾

3.8 –

« »

3.3

« ) » (

3.3.1

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

(ENR) *Graphit*

*Graphit*

5 0

3.3.2



10 (

« ) »

4

4.10 I  
Graphit

«

Windows®,

(. » 2.1).

« >



!

1 .

2 .

» ,

Измерения

3 .

«

>

» ,



4 .

, »

«

... »

« «



Graphit

freqlist

ngd enr.

5 .

«

(3 ) » «

» (18)

«

6 .

«

>

, »

Измерения

7 .

8 .

«

>

... »

Градуировка ГШ

9 1.

:

«

»

«

»

;

2

«

> > »

-18210-1 1-1 1 ( 7 / 3 , 0 4 " 1 1 " -18-1 1-13, -2

10.

:

;

*Touchstone S2P S-*

,

;

(

)

*enr*

*ngd\**

.

\*

(S-



« . > > »

13.

:

;

« . > > »

14.

:

«

;

»

;»

«

»

: »

;

« . > > »

13.

,



!

«

»

!



!

BNC

BNC

!

3.3.3

15

1.0

4.10 I .  
Graphit «

Windows®,

(.» 2.1).



!



1 .

»,

Измерения

2 .

3 .

«

>

»,



« «

»

, » «

...»

4 .

Graphit

freqlist

ngd enr.

5 .

«

» (3 ) «

» (18)

«

»

6 .

«

>

, »

Измерения



«

>

, ...»

Градуировка ГШ

7 1.

:

8 .

«

(

)»

9 .

«

»

;

2

10 .

«

. > > »

1 2 .

:

S2P S-

( enr ) ngd\*



(S-

« . > > »

1 2 .

:

« . > > »

1 4 .

:

« ; »

;»

« »

: »

« > » >

1 4 .



!

« » .

!



!

B N C

B N C

!

3.4

( )

3.4.1

*Graphit* « 4 . » -  
 Windows® « > -  
 .(» 2.1). , -



- 2.2). ( .  
 ( , SSB)  
*Graphit CK4M 2.6.3* -  
 :)  
 ;  
 ;  
 ( - /  
 ( / ) . ( - /  
 - ,  
 ( 1 , 5 4 ).

3.4.2

4 : -  
 1 . -  
 , .4.10 I ,  
 2 . .



1 ( 1

»

«

3.9- ),

3 .

«

(

3.9),

«

»

40 .

4 .

10 - 1 ÷ 1,5 100

5 .

).

6 .

» (

«

.3.4.3).

6 .

«

>

, »



Измерение	
Метод измерения	Прямого измерения спектра
Полоса фильтра ПЧ	1 МГц
Автовыбор	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл
Степень усреднения	3
Измерение ИМ сигнала	<input type="checkbox"/> Выкл

Частота	
Частота несущей	100 МГц
Начальная/конечная отстройка	100 Гц   10 МГц
Автоподстройка частоты сигнала	<input checked="" type="checkbox"/> Вкл
Автонастройка	

Амплитудные параметры	
Мощность сигнала	30 дБм
Обработка гармоник	Выключена
Мин. ВЧ ослабление	0 дБ
Опорный уровень	30 дБм
Режим входа	Замкнутый вход
Подать напряжение на СВЧ вход	<input type="checkbox"/> Выкл

)  
3.9 –

)  
« » ( )

)  
» » ( ) ( ) «

1 ,

/

«

>

»

3.10).

1

2 0 )

«

2 »

(

- «

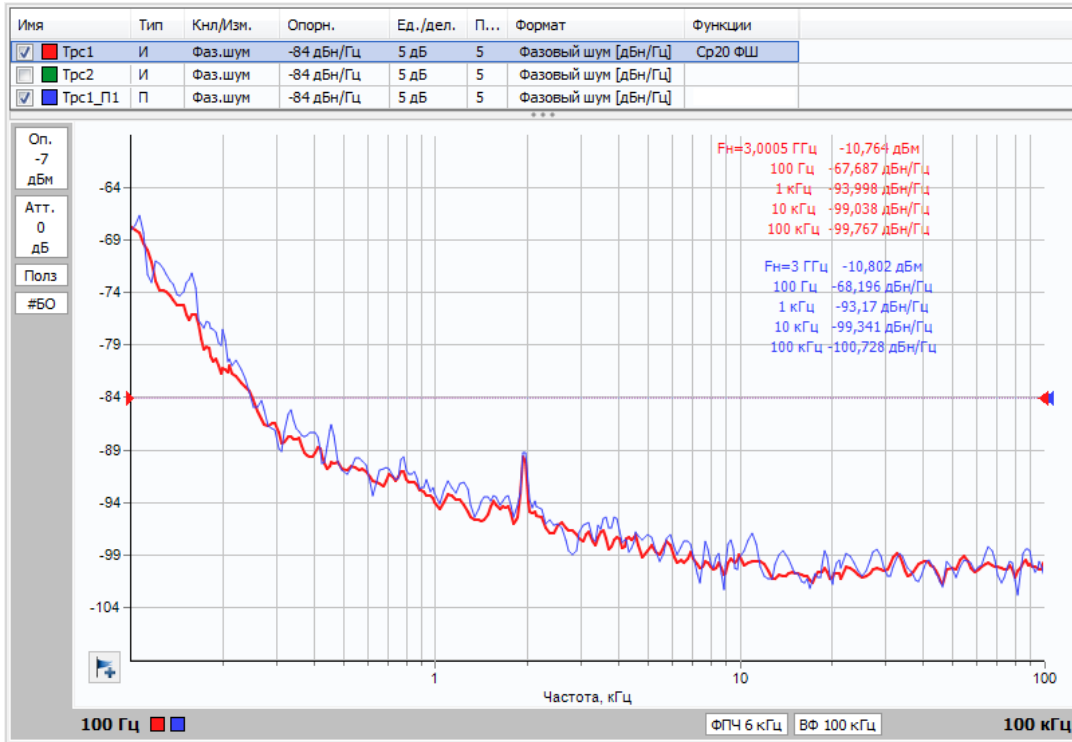
1 »

{

(



3. 3.11). ( 3000,5 3.11

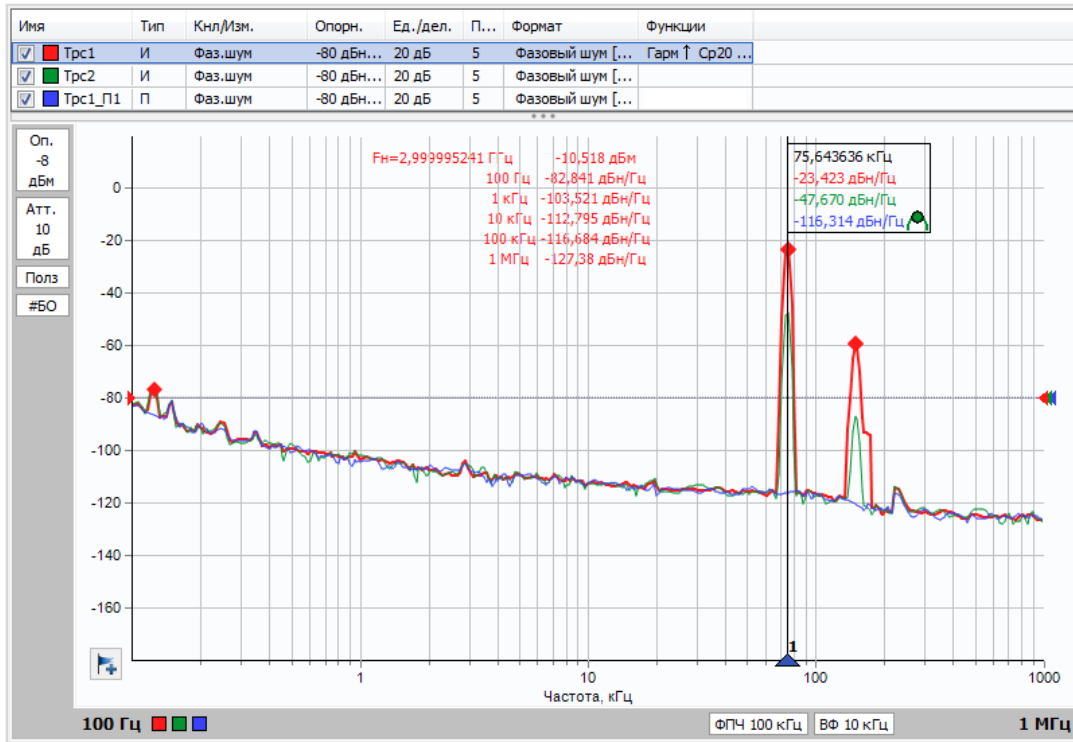


3.11 –

3.4.4

« »

( ) ,  
:  
-  
( ) « , 3.9- );  
( - «  
» ) .  
3.12. -  
-  
-  
( 75 , -  
- 50%). - «



3.12 -

### 3.5

#### 3.5.1

Graphit

Windows®

(.» 2.1).

2.2). (



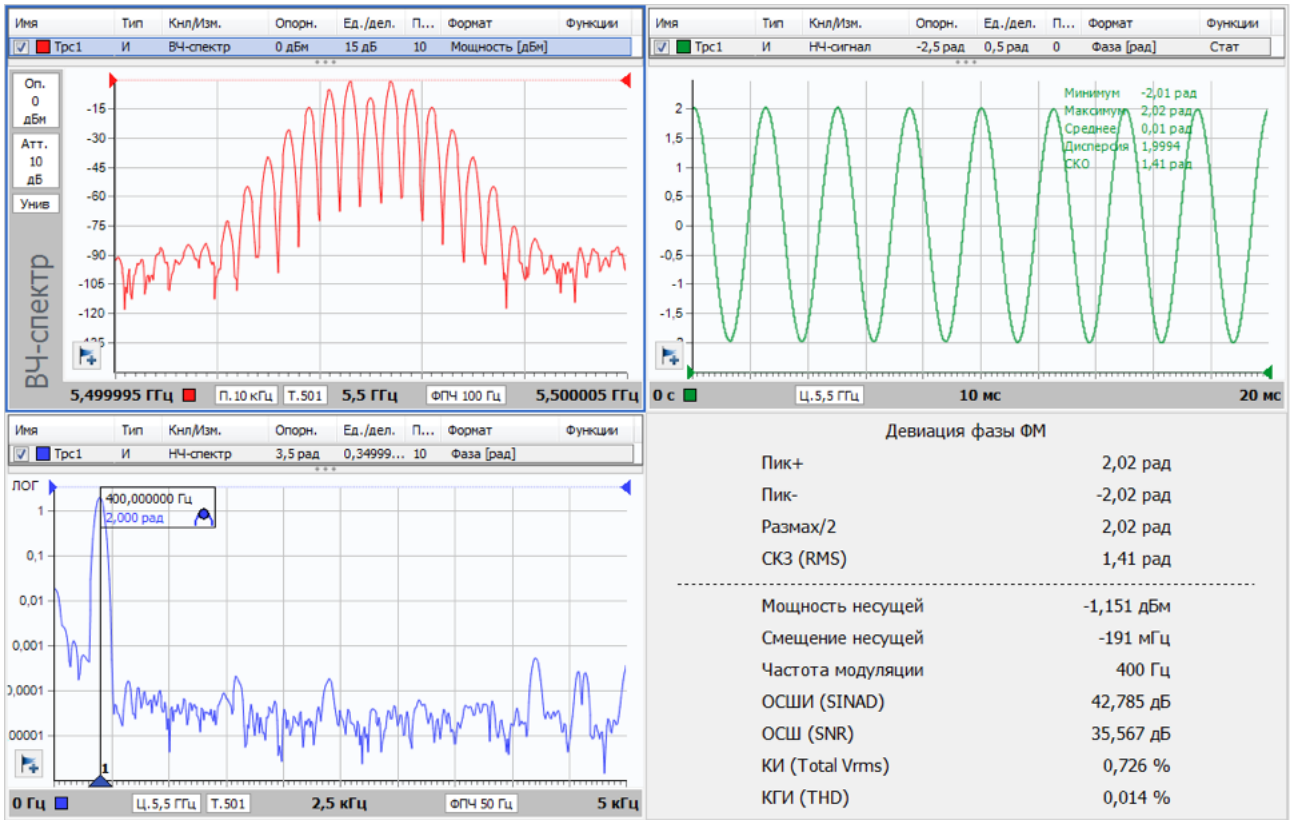


Измерение	
Тип модуляции	Фазовая (ФМ)
Фильтр разрешения ВЧ-спектра	100 Гц
Автовыбор	Кэф. полоса/Ф
<input checked="" type="checkbox"/>	106
Фильтр разрешения НЧ-спектра	50 Гц
Автовыбор	Кэф. полоса/Ф
<input checked="" type="checkbox"/>	106
Детектор	Универсальный
Время развёртки	20 мс

Частота	
Центр	5,5 ГГц
Полоса	10 кГц
Точек	501
НЧ-спектр (старт/стоп)	
0 Гц	5 кГц
Компенсация смещения частоты	
Авто	0 Гц
Автонастройка	

3.13 –

« « » ( ) » (



3.14 -

3.14

( ) ; ( ) ;

« -+ » ;

« -» - ;

« - / 2 » ;

( ; )

« » - (root-mean-square, RMS)

« ; » - ;

« - ; ) (

« - » (

3.5.3);

« » (

);

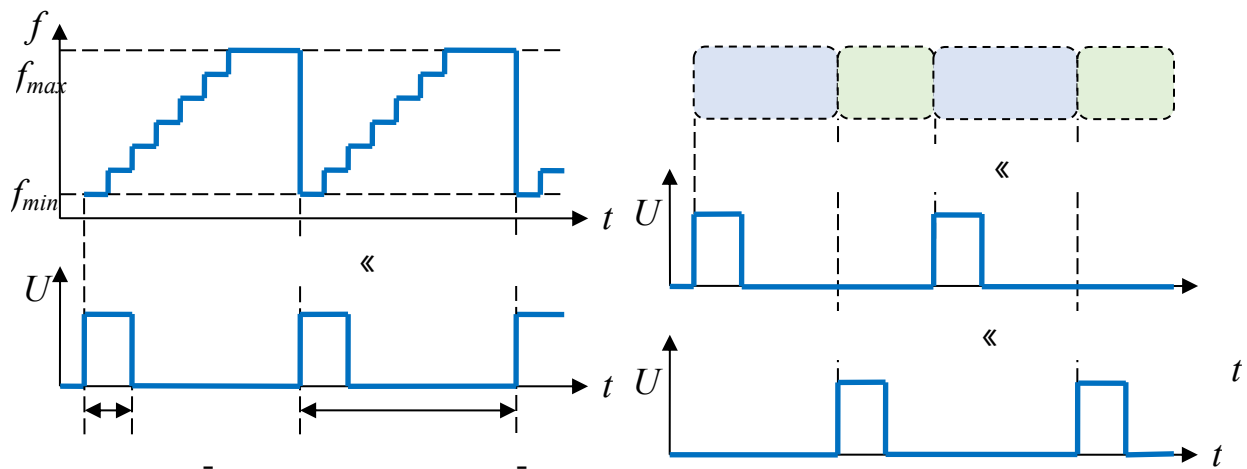
« -» / signal-to-noise and distortion ratio, SINAD),





« - » -  
 ; - » -  
 . -  
 ( )  
 » . «

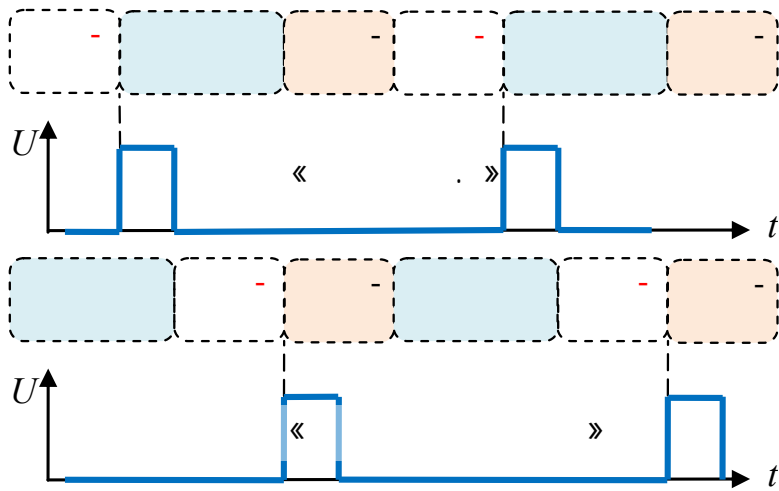
3.17



3.17 -

«  
 « :  
 » :  
 »  
 ;  
 »  
 ;  
 »

3.18



3.18 -

3.19.



3.19 -

4 2

4 ,

« -

3.19.

4 2

4 .

### 3.7

«

( 2.10.2) . .

4 . «

3.1).

» ( .

:

1 .

4 . «

» .

2 .

( ' 2.10).

3 .

«

( . 2.48- ) .

( )

« » « » .  
 - « 4\_v1.x.xlsx» ,

. 4 6 0 2 4 6.6 .

)

)

10 ;

)

)

;

)

)

)

( )

)

$\Delta O(\square)$  ;

;

)

-

)

)

$\Delta O4$  ,

1

( $\square$  , ... -

( .1)

« 1 7 3 , -9 7 7 »

$J_{amp}^{-}$

4 ) ,

0 , 0 1

0 , 0 = 2 , ;

= 1 ;

(.2)

(.3)

»:, « »

.3)

(, - )

т.т.т.

, т.т.т. т.т.т. т.т.т., т.т.т. N

, А т.т.т.

(.4)

« 1 »

« 2 »

.4)

(,

, А т.т.т. N т.т.т., А т.т.т. N т.т.т.

(.5)

А04

(.6)



( )


2.9),  
«Print Screen»)

*Graphit* (

.1 -

1)		5.1 (
2) <i>Graphit</i>		» , <i>Flush</i> <i>GPR.exe</i> ( . 2.9), <i>Graphit</i> , : <i>Graphit</i> ; <i>Flush GPR</i> ; » «

		<p><a href="mailto:pribor.soft@micran.ru">pribor.soft@micran.ru</a> ( ) ;</p> <p><i>Flush GPR;</i></p> <p><i>Graphit</i></p>
		1.1
3) <i>Graphit</i>		
4) <i>Graphit</i>	<i>Graphit,</i>	
5) <i>Graphit</i>	<i>Graphit</i>	<p>«<b>Ctrl+Alt+Del</b>» ;</p> <p>»</p> <p><i>launcher.exe</i></p> <p>«</p>
6)		1.2

	<i>Ethernet</i>	/ <i>Ethernet.</i>
	<i>Ethernet</i>	<i>Ethernet cross-over</i>
7)		<i>Graphit</i> (
2.1), « »		« ) »
	<i>IP-</i>	6 .
	<i>Ethernet</i>	<i>Windows</i> ( «  +R) <i>ipconfig /flushdns</i>
	<i>DNS-</i>	
		6 (1.3)

		30
		3
8)		IP-
		Graphit,
		«
		»
		( 2.1).
		3
	FTP	FTP
( 1.2.2) .		
9)		
		1.2.1
	Win-	
	dows®,	(
	8 8 8	
		Graphit,

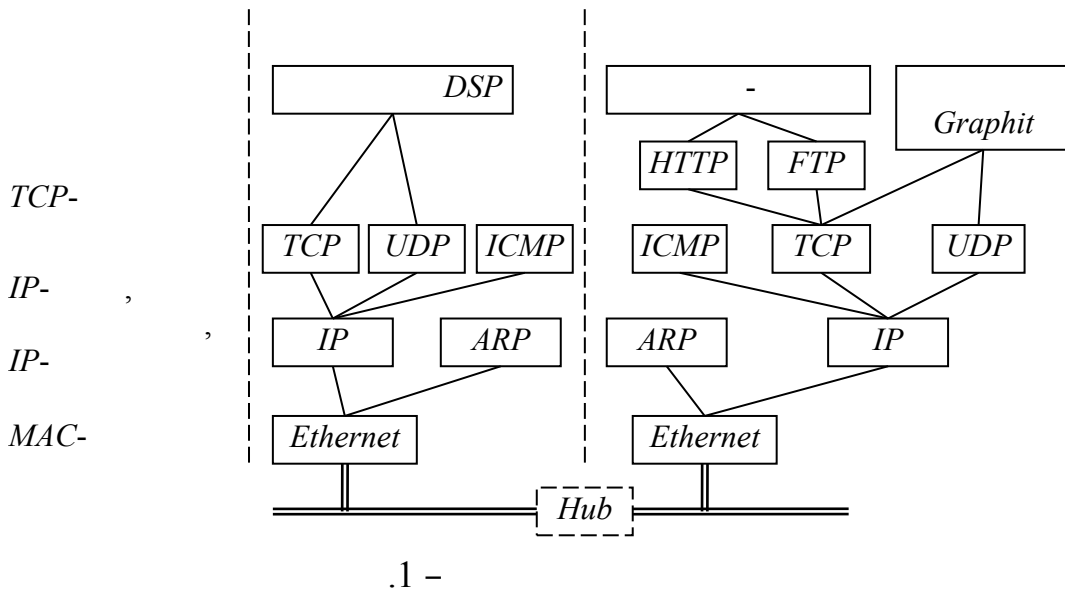




( ) 4		
15)		
1		
16)	«	( 40
:		,
»		) ,
	»	
17)		
		« ->»
		3.4.3)

( )

*Ethernet* -  
*Ethernet - MAC-* -  
*Ethernet* -  
*TCP -* : -  
*UDP -;* *ICMP -* ; -  
*DHCP -* -  
*host-* *DNS; FTP -* -  
*; HTTP -* -  
*WEB-* -  
*Ethernet* -  
*- IP (Internet Protocol)* . *TCP (Trans-*  
*mission Control Protocol)* *IP-* -  
 .1 ( )



*ARP (Address Resolution Protocol)* *IP-*  
*MAC-* *ARP-* *IP-* *MAC-*  
*ICMP (Internet Control Message Protocol)* -  
*ping.exe.*  
*IP- - - 3 2* -  
*127.0.0.1.* *IP-* ;  
*Internet.* *IP-* -

IP-  
IP-  
.2.

IP- :  
: & 

11111111111111111111111111111111	0000000000

  
: 0000000000

IP- :  
: & 

00000000000000000000000000000000	1111111111

  
: 00000000000000000000000000000000

.2 -  
« » IP-  
« » IP-

255.255.252.0.  
.2

( ) ,  
Switch) Hub

IP -

IP-

- « » « »  
« »

IP- : 169.254.0.254  
255.255.0.0

TCP- : 8888  
MAC- : 00.1e.0d.01.xx.xx  
IP- : 0.0.0.0

сk4m-50- :  
)

(

-

-

IP-

-

,

Windows® 7

«

»

«

-

>

.

-

Windows® 8

«

«

-»



«

«

-

»

«

-

»

Windows® 10

«



»

«

»

.

«

-

«

»

Windows® 11

«

»

«

»

«

"

«

«

»

«

»

«

»

.3- )

«(

TCP/IPv4)»((

IP

«

4 » )

«

».

«

IP-

»

.3- )

-

DHCP (Dynamic Host Computer Configuration Protocol)

DHCP,

IP-

(

DHCP- Windows®

169.254.0.1

169.254.255.254.

«

»

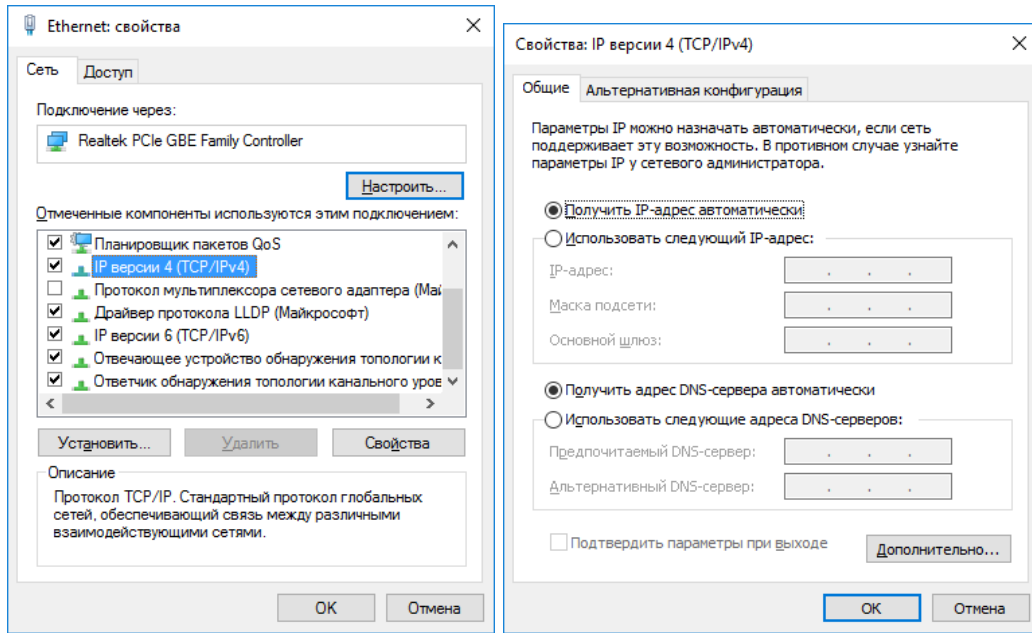
IP-

Windows®

IP-

Windows®

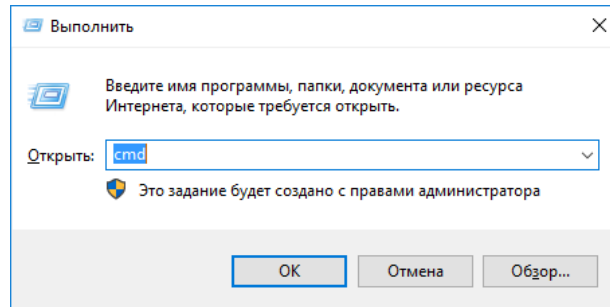
169.254.0.0.



) ) TCP/IPv4

.3 – IP-

« » , cmd, -  
 « » ( .4) ,  
 « +R ».



.4 – « »

IP-

IP-

ipconfig:

C:\>ipconfig

```

IP Configuration
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Ethernet:
. . .

```

ipconfig /all  
 «DHCP»





( )

Graphit -

IEEE488.2).

SCPI 1 9 9 9 ( -

SCPI -

SCPI\_CK4M\_ru.pdf,

SCPI\_CK4M

: « » > Micran Graphit CK4M 2.6 > SCPI» ) .

Graphit (

VISA AgVISA, NI-VISA

MiVISA ( -

) . Graphit -

MiVISA,

Micran Instrument

Connector.

MiVISA

Graphit -

MiVISA32.dll ( MiVISA64.dll,

)

TCPIP::< >::< >::SOCKET::SA,

< - IP->

< - >

); (

SA -

4 , NFS -

Micran Instrument Connector :

)

« »: «

Micran

Graphit CK4M 2.6 > Micran Instrument Connector» .

)

.1)

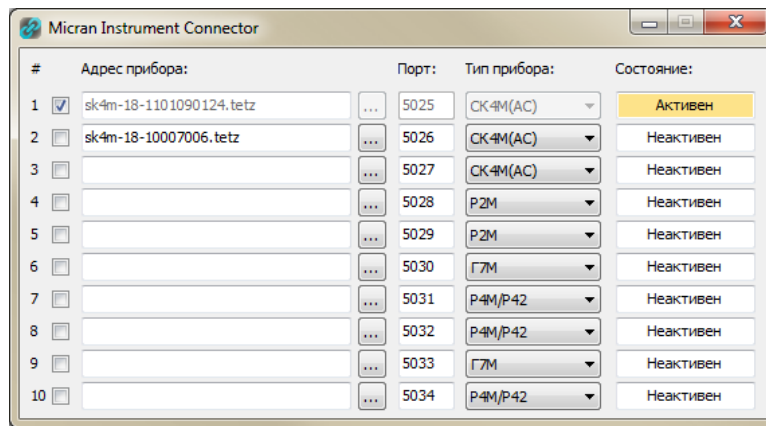
(

«

IP-



;



1 – Micran Instrument Connector

) ( -  
 , -  
 ' )  
 « 4 ( ) . » « 4 ( » » )  
 )  
 « »  
 )  
 -  
 viOpen VISA, IP-  
 MIC,  
 :  
 TCPIP::< \_ >::< >::SOCKET  
 - MIC  
 viOpen IP-  
 Graphit  
 -1 0 - ( )  
 LabVIEW®, C++/C#/Delphi  
 SCPI\_CK4M

( )

( )

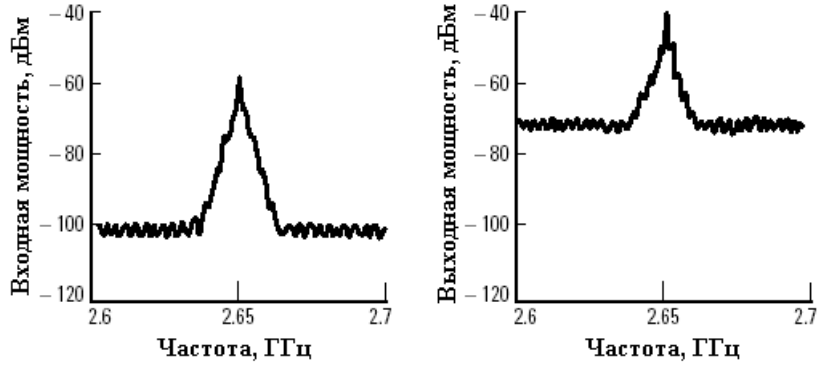
(F)

$$F = \frac{S_i / N_i}{S_o / N_o} \cdot \frac{N_a \cdot G \cdot N_i}{G \cdot N_i}, \quad ( .1)$$

$S_i / N_i$  - / ;  
 $S_o / N_o$  - / ;  
 $G$  -  
 $N_a$  - /

NF) ( .1). ( :

$$NF = 10 \lg(F) \quad ( .2)$$



1 -

$df$   $R$   $T$ :

$$de_n^2 = 4kTRp(f)df, \quad (3)$$

$$\overline{e_n^2} = 4kT \int_{f_1}^{f_2} R(f)p(f)df, \quad (4)$$

$$p(f) = \frac{hf}{kT} e^{-\frac{hf}{kT}}$$

$h$  -

$k$  -

$T$  -

$R = R(f)$  -

$F$  -

$f_1$   $f_2$  -

$$T = 290 \text{ K}, \quad 0,992 < p(f) < 1:$$

$$\overline{e_n^2} = 4kRT \int_{f_1}^{f_2} p(f)df \approx 4kRTB \quad (5)$$

$P$  , ( / ) ,

$$P = \frac{\overline{e_n^2}}{4R} kTB \quad (.6)$$

.6) ( )

$T$

$B$ .

(  
 $B$

) .

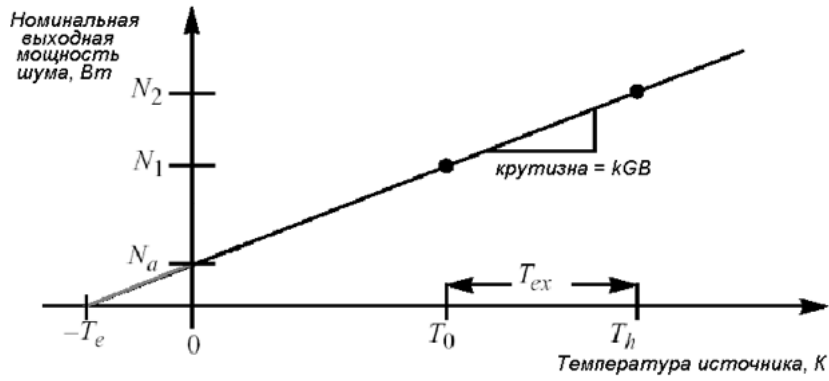
/

. 1 ) .

$B$

$G$ .

.2.



.2

$$F = 1 + \frac{N_a}{S T_o} \quad (7)$$

$$S = kGB -$$

( ENR ) . ( ENR ) , excess noise ratio

$$ENR_{dB} = 10 \lg \frac{T_h - T_c}{T_o} \quad (8)$$

$T_h$  - « »  
 $T_c$  - « »  
 $T = 290 K$  -  
 «  $T_e$  (2).  $T_e$  »

$$F = 1 + \frac{T_e}{T_o} \quad (9)$$

.1

.1 -

$NF_i$	$F$	$T_{e_i}$
0,5	1,122	35,4
0,6	1,148	43,0
0,7	1,175	50,7
0,8	1,202	58,7
0,9	1,230	66,8
1,0	1,259	75,1
1,1	1,288	83,6
1,2	1,318	92,3