

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители модуляции СКЗ-50А

Назначение средства измерений

Измерители модуляции СКЗ-50А предназначены для измерений параметров амплитудной модуляции (АМ), частотной модуляции (ЧМ) и фазовой модуляции (ФМ):

- пикового и среднеквадратического значений коэффициента АМ;
- пикового и среднеквадратического значений девиации частоты;
- пикового и среднеквадратического значений индекса ФМ;
- уровней напряжения и мощности входного сигнала;
- несущей частоты входного сигнала и частоты модулирующего сигнала;
- коэффициента гармоник модулирующего сигнала.

Описание средства измерений

Принцип действия измерителей модуляции основан на детектировании модулированных сигналов с помощью линейных АМ, ЧМ и ФМ детекторов и последующей аналого-цифровой обработки демодулированных сигналов. Приборы построены по принципу трехканального приемника, имеющего канал измерения уровня входного сигнала, канал измерения частоты входного сигнала и канал измерения параметров модуляции. Входной сигнал поступает одновременно на входы трех каналов. По информации с измерителя уровня входного сигнала и частотомера, производится автоматическая или ручная настройка приемника на частоту и уровень измеряемого сигнала. Измеритель модуляции в диапазоне частот от 4 до 3000 МГц работает как супергетеродинный приемник с преобразованием сигнала на промежуточные частоты 1 или 2 МГц. В диапазоне частот от 0,01 до 4 МГц используется апериодическое преобразование. Сигнал промежуточной частоты или с апериодического входа демодулируется с помощью линейных АМ, ЧМ и ФМ детекторов, фильтруется, масштабируется по уровню, детектируется пиковым и среднеквадратическим детекторами. На выходе детекторов сигналы измеряются аналого-цифровым преобразователем, и информация о результатах измерений через контроллер выводится на дисплей.

На лицевой панели измерителей модуляции размещены органы управления, подключения и цветной дисплей. Управление прибором осуществляется встроенным контроллером.

Для дистанционного управления прибором имеются встроенные интерфейсы USB, RS-232 и LAN.

Конструктивно прибор выполнен в металлическом корпусе настольного типа.

Общий вид прибора приведен на рисунке 1.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки представлена на рисунке 2



Рис. 1 Общий вид прибора.



Рисунок 2 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) прибора имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части.

В приборе имеется защита ПО контроллера от преднамеренного и непреднамеренного изменения:

- без нарушения целостности конструкции прибора и заводских пломб невозможно удаление/замена контроллера или замена встроенного ПО.
- доступ к калибровочным и регулировочным коэффициентам со стороны интерфейсов защищен паролем.

Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – высокий в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Конструкция измерителей модуляции исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	SK3-50_A
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Не ниже 1.0

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики прибора

Наименование характеристики	Значение
Диапазон несущих частот сигнала, МГц - в режиме АМ - в режиме ЧМ - в режиме ФМ	от 0,01 до 3000 от 0,1 до 3000 от 1 до 3000
Уровень входного сигнала при измерении модуляционных параметров, дБм* ¹ (В): - в диапазоне частот от 0,01 до 1000 МГц - в диапазоне частот св. 1000 до 3000 МГц	от -13 до +19 (от 0,05 до 2) от -7 до +19 (от 0,05 до 2)
Диапазоны модулирующих частот в режиме ЧМ	приведены в таблице 3
Пределы измерений пиковых и среднеквадратических значений девиации частоты	приведены в таблице 4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности Δ_n измерений пиковых значений девиации частоты	$\pm(A_n \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})^{*2}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{СК}$ измерений среднеквадратических значений девиации частоты	$\pm(A_{СК} \cdot \Delta f_{СК} + \Delta f_{ш})^{*3}$
Среднеквадратические значения частотного шума и фона, вносимые трактом прибора, Гц	приведены в таблице 7
Коэффициент гармоник ЧМ сигналов, вносимый трактом прибора,	значения приведены в таблице 8
Диапазоны модулирующих частот в режиме АМ	приведены в таблице 9
Диапазон измерений коэффициента АМ, % - пиковые значения - среднеквадратические значения	от 1 до 100 от 0,02 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ΔM_n измерений пиковых значений коэффициента АМ	$\pm(B_n \cdot M_n + 3 \cdot \Delta M_{ш})^{*4}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta M_{СК}$ измерений среднеквадратических значений коэффициента АМ	$\pm(B_{СК} \cdot M_{СК} + \Delta M_{ш})^{*5}$
Среднеквадратические значения амплитудного шума и фона, вносимые трактом прибора, %	приведены в таблице 12
Коэффициент гармоник огибающей АМ сигналов, вносимый трактом прибора	значения приведены в таблице 13
Диапазон модулирующих частот, диапазон измерений пиковых и среднеквадратических значений индекса фазовой модуляции	приведены в таблице 14
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta \varphi_n$ измерений пиковых значений индекса ФМ	$\pm(0,02 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш})^{*6}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta \varphi_c$ измерений среднеквадратических значений индекса ФМ	$\pm(0,03 \cdot \varphi_c + \varphi_{ш})^{*7}$
Среднеквадратические значения фазового шума и фона, вносимые трактом прибора, рад	приведены в таблице 15
Диапазон измерений частоты входного сигнала встроенным частотомером, МГц	от 0,01 до 3000

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности Δf измерений частоты входного сигнала, Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-6} \cdot f + 1)^{*8}$
Диапазон измерений уровня входного сигнала в диапазоне частот, дБм ^{*1} (В) - от 0,01 до 1500 МГц - св. 1500 до 3000 МГц	от -15 (0,04) до +19 (2) от -10 (0,1) до +19 (2)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала в диапазоне частот, дБ - от 0,01 до 1500 МГц - св. 1500 до 3000 МГц	± 1 ± 2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ΔF измерений частоты модулирующего сигнала, Гц	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot F + 0,2)^{*9}$
Диапазон частот при измерении коэффициента гармоник модулирующего сигнала, кГц	от 0,02 до 60
Диапазон измерений коэффициента гармоник модулирующего сигнала, %	от 0,03 до 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ΔK_g коэффициента гармоник модулирующего сигнала, %	$\pm(0,1 \cdot K_g + 0,03)^{*10}$
^{*1} где дБм – дБ относительно 1 мВт. ^{*2} где A_n – множитель, значения которого приведены в таблице 5; Δf_n – измеряемое значение девиации частоты, Гц; $\Delta f_{ш}$ – среднеквадратическое значение частотного шума и фона, значения которого приведены в таблице 7. ^{*3} где $A_{СК}$ – множитель, значения которого приведены в таблице 6; $\Delta f_{СК}$ – измеряемое среднеквадратическое значение девиации частоты, Гц; $\Delta f_{ш}$ – среднеквадратическое значение частотного шума и фона, значения которого приведены в таблице 7. ^{*4} где B_n – множитель, значения которого приведены в таблице 10; M_n – измеряемое пиковое значение коэффициента АМ, %; $\Delta M_{ш}$ – среднеквадратическое значение амплитудного шума и фона, значения которого приведены в таблице 12. ^{*5} где $B_{СК}$ – множитель значения которого приведены в таблице 11; $M_{СК}$ – измеряемое среднеквадратическое значение коэффициента АМ, %; $\Delta M_{ш}$ – среднеквадратическое значение амплитудного шума и фона, значения которого приведены в таблице 12. ^{*6} где φ_n – измеряемое пиковое значение индекса ФМ, рад; $\varphi_{ш}$ – фазовый шум и фон в тракте прибора, рад, значения которого приведены в таблице 15. ^{*7} где φ_c – измеряемое среднеквадратическое значение индекса ФМ, рад; $\varphi_{ш}$ – значение фазового шума и фона в тракте прибора, рад. ^{*8} где f – частота входного сигнала, Гц. ^{*9} где F – частота модулирующего сигнала, Гц. ^{*10} где K_g – коэффициент гармоник модулирующего сигнала, %.	

Таблица 3 – Диапазоны модулирующих частот в режиме ЧМ

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц		
	Пиковые значения	Среднеквадратические значения	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,02 до 2	от 0,02 до 2	0,02 – 3,4
св. 0,2 до 1 включ.	от 0,02 до 10	от 0,02 до 10	0,02 – 20
св. 1 до 4 включ.	от 0,02 до 20	от 0,02 до 20	0,02 – 60
св. 4 до 3000	от 0,02 до 60	от 0,02 до 200	0,02 – 200

Таблица 4 – Пределы измерения пиковых и среднеквадратических значений девиации частоты

Диапазон несущих частот, МГц	Пределы измерения пиковых значений девиации частоты, кГц	Пределы измерения среднеквадратических значений девиации частоты, кГц
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,1 до 10	от 0,002 до 5
св. 0,2 до 0,5 включ.	от 0,1 до 20	от 0,002 до 10
св. 0,5 до 4 включ.	от 0,1 до 100	от 0,002 до 50
св. 4 до 10 включ.	от 0,1 до 500	от 0,002 до 250
св. 10 до 3000	от 0,1 до 1000	от 0,002 до 500

Таблица 5 – Значения множителя A_n для погрешности измерения пиковых значений девиации частоты

Диапазон несущих частот, МГц	Девиация частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель A_n
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,1 до 10	от 0,06 до 1	0,02 – 3,4	0,01
св. 0,2 до 0,5 включ.	от 0,1 до 20	от 0,06 до 6	0,02 – 20	
св. 0,5 до 1 включ.	от 0,1 до 100	от 0,06 до 6	0,02 – 20	
св. 1 до 4 включ.	от 0,1 до 100	от 0,06 до 20	0,02 – 60	
св. 4 до 10 включ.	от 0,1 до 500	от 0,06 до 60	0,02 – 200	
св. 10 до 3000	св. 0,1 до 1000	от 0,06 до 60	0,02 – 200	
1. В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,06 кГц значение множителя $A_n = 0,03$. 2. Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0.5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.				

Таблица 6 – Значения множителя $A_{СК}$ для погрешности измерения среднеквадратических значений девиации частоты

Диапазон несущих частот, МГц	Девиация частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель $A_{СК}$
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,005 до 7	от 0,03 до 1	0,02 – 3,4	0,03
св. 0,2 до 0,5 включ.	от 0,005 до 10	от 0,03 до 10	0,02 – 20	
св. 0,5 до 1 включ.	от 0,005 до 70	от 0,03 до 10	0,02 – 20	
св. 1 до 4 включ.	от 0,05 до 70	от 0,03 до 20	0,02 – 60	
св. 4 до 10 включ.	от 0,002 до 300	от 0,03 до 60 включ.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 включ.		0,05
		св. 100 до 200		0,15
св. 10 до 3000	от 0,002 до 500	от 0,03 до 60 включ.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 включ.		0,05
		св. 100 до 200		0,15
1. В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,03 кГц значение множителя $A_{СК} = 0,05$. 2. Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.				

Таблица 7 – Среднеквадратическое значение частотного шума и фона в тракте прибора

Несущая частота, МГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Частотный шум и фон, Гц
св. 4 до 3000	0,3 – 3,4	$4 \cdot 10^{-9} \cdot f + 1$
	0,02 – 20	$4 \cdot 10^{-8} \cdot f + 2$
	0,02 – 60	$1 \cdot 10^{-7} \cdot f + 10$
	0,02 – 200	$2 \cdot 10^{-7} \cdot f + 40$
от 0,1 до 4	0,02 – 3,4	2
от 0,2 до 4	0,02 – 20	4
от 1 до 4	0,02 – 60	10
f – несущая частота входного сигнала, Гц.		

Таблица 8 – Коэффициент гармоник ЧМ сигналов, вносимый трактом прибора

Девияция частоты, кГц	Коэффициент гармоник, %, в диапазоне модулирующих частот кГц		
	от 0,02 до 6 включ.	св. 6 до 20 включ.	св. 20 до 60
300	0,1	0,2	0,3
1000	0,2	0,4	1,0

Таблица 9 – Диапазоны модулирующих частот в режиме АМ

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц		
	Пиковые значения	Среднеквадратические значения	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 0,01 до 0,1 включ.	от 0,02 до 0,4	от 0,02 до 0,4	0,02 – 1,5
от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,02 до 2	от 0,02 до 2	0,02 – 3,4
св. 0,2 до 1 включ.	от 0,02 до 10	от 0,02 до 10	0,02 – 20
св. 1 до 4 включ.	от 0,02 до 20	от 0,02 до 30	0,02 – 60
св. 4 до 3000	от 0,02 до 60	от 0,02 до 200	0,02 – 200

Таблица 10 – Значения множителя B_n для погрешности измерения пиковых значений коэффициента АМ

Коэффициент АМ, %	Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель B_n
от 1 до 100	от 0,01 до 3000	от 0,02 до 0,06 кГц	0,02 – 1,5	0,03
от 1 до 95 включ.	от 0,01 до 0,1 включ.	от 0,06 до 0,4	0,02 – 1,5	0,01
	от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,06 до 1,5	0,02 – 3,4	
	св. 0,2 до 1 включ.	от 0,06 до 6	0,02 – 20	
	св. 1 до 4 включ.	от 0,06 до 20	0,02 – 60	
	от 4 до 3000	от 0,06 до 60	0,02 – 200	
св. 95 до 100	от 0,01 до 3000	от 0,02 до 60	0,02 – 200	0,03

Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.

Таблица 11 – Значения множителя $B_{ск}$ для погрешности измерения среднеквадратических значений коэффициента АМ

Коэффициент АМ, %	Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель $B_{ск}$
от 0,05 до 50	от 0,01 до 0,1 включ.	от 0,02 до 0,4	0,02 – 1,5	0,03
	от 0,1 до 0,2 включ.	от 0,02 до 1,5	0,02 – 3,4	
	св. 0,2 до 1 включ.	от 0,02 до 6	0,02 – 20	
	св. 1 до 4 включ.	от 0,02 до 20	0,02 – 60	

Продолжение таблицы 11

Коэффициент АМ, %	Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Множитель $B_{ск}$
от 0,05 до 50	от 4 до 3000	от 0,02 до 60 включ.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 включ.		0,05
		св. 100 до 200		0,1
Пределы допускаемой погрешности гарантируются для указанных фильтров НЧ, а также для фильтров с меньшими граничными частотами в диапазоне модулирующих частот, не превышающем 0,5 от верхней граничной частоты включенного фильтра.				

Таблица 12 – Среднеквадратическое значение амплитудного шума и фона, вносимое прибором

Несущая частота, МГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Амплитудный шум и фон, %
от 0,01 до 0,1	0,02 – 1,5	0,01
от 0,1 до 3000	0,3 – 3,4	0,008
	0,02 – 3,4	0,01
от 0,5 до 3000	0,02 – 20	0,03
от 4 до 3000	0,02 – 60	0,05
	0,02 – 200	0,1

Таблица 13 – Коэффициент гармоник огибающей АМ сигналов, вносимый трактом прибора

Коэффициент АМ, %	Коэффициент гармоник, %, в диапазоне модулирующих частот, кГц		
	от 0,02 до 0,09 включ.	св. 0,09 до 6 включ.	св. 6 до 60
30	0,15	0,2	0,3
95	0,3	0,3	0,4
Коэффициент гармоник в диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,09 кГц включ. гарантируется в режиме «Постоянная времени АМ – Включено».			

Таблица 14 – Диапазон модулирующих частот, диапазон измерений пиковых и среднеквадратических значений индекса фазовой модуляции

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Диапазон измерения, рад	
		Пиковые значения	Среднеквадратические значения
от 1 до 4 включ.	от 0,3 до 1 включ.	от 0,2 до 100	от 0,02 до 60
	св. 1 до 30 включ.	от 0,2 до 100/Фм	от 0,02 до 60/Фм
св. 4 до 3000	от 0,3 до 6 включ.	от 0,5 до 100	от 0,05 до 60
	св. 6 до 60	от 0,5 до 600/Фм	от 0,05 до 300/Фм
где Фм – модулирующая частота, кГц.			

Таблица 15 – Среднеквадратические значения фазового шума и фона, вносимые трактом прибора

Полоса фильтра НЧ, кГц	Значения фазового шума и фона, $\varphi_{ш}$, рад
0,3 – 20	$\varphi_{ш} = (0,003 \cdot f_n + 0,003)$
0,3 – 60	$\varphi_{ш} = (0,003 \cdot f_n + 0,004)$
0,3 – 200	$\varphi_{ш} = (0,003 \cdot f_n + 0,005)$
где f_n – несущая частота входного сигнала, ГГц.	

Таблица 16 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение электрического питания	
- напряжение переменного тока, В	220 ± 22
- частота переменного тока, Гц	50 ± 05

Продолжение таблицы 16

Наименование характеристики	Значение
Потребляемая мощность, В·А, не более	65
Габаритные размеры, мм, не более	
- высота	165
- ширина	375
- длина	390
Масса, кг, не более	8
Условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °С	от +5 до +40
- относительная влажность, %	до 90
- атмосферное давление, кПа	от 70 до 106,7
Средний срок службы, лет	15
Средняя наработка на отказ, ч	15000

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель приборов методом офсетной печати. В эксплуатационной документации на титульных листах знак утверждения типа наносится типографским способом.

Комплектность средства измерения

Таблица 17 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Измеритель модуляции СКЗ-50А	РПИС.411166.030	1 шт.
Комплект принадлежностей	РПИС.411918.009	1 шт.
Руководство по эксплуатации	РПИС. 411166.030 РЭ	1 экз.
Формуляр	РПИС. 411166.030 ФО	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

РПИС.411166.030 РЭ «Измеритель модуляции СКЗ-50А. Руководство по эксплуатации», раздел 6 «Порядок работы».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Измерителям модуляции СКЗ-50А

ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия»

ТР ТС 004/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования»

ТР ТС 020/2011 Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств»

РПИС.411166.030 ТУ «Измеритель модуляции СКЗ-50А». Технические условия

