

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители модуляции СКЗ-60

Назначение средства измерений

Измерители модуляции СКЗ-60 предназначены для измерения параметров амплитудной модуляции (АМ), частотной модуляции (ЧМ) и фазовой модуляции (ФМ).

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. В состав приборов входят измеритель уровня входного сигнала, частотомер и измерительный приемник. По информации с измерителя уровня и частотомера, производится автоматическая настройка приемника на уровень и частоту измеряемого сигнала. Измерительный приемник в диапазоне частот от 4 до 1500 МГц работает как супергетеродинный приемник с преобразованием сигнала на промежуточные частоты. В диапазоне частот от 0,01 до 4 МГц используется аperiодическое преобразование. Сигнал промежуточной частоты или с аperiодического входа демодулируется с помощью линейных АМ, ЧМ и ФМ детекторов, фильтруется и масштабируется по уровню, детектируется пиковым и среднеквадратическим детекторами. На выходе детекторов сигналы измеряются аналого-цифровым преобразователем, обрабатываются контроллером, и информация о результатах измерений выводится на дисплей прибора.

Конструктивно прибор выполнен в металлическом корпусе настольного типа. Общий вид прибора приведен на рисунке 1.



Рис. 1 Общий вид прибора.

На лицевой панели измерителей модуляции размещены органы управления, подключения и цветной дисплей. Для дистанционного управления имеются встроенные интерфейсы USB, RS-232 и LAN.

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 интерфейса защищен паролем.

Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	SK3-60
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Не ниже 1.0

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.

Схема пломбировки приборов от несанкционированного доступа приведена на рис 2.



Позиции 1; 2 на схеме – места пломбировки приборов.

Рис. 2 Схема пломбировки приборов.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики прибора приведены в таблицах 2,3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики прибора

Наименование характеристик	Значения характеристик
Диапазон частот входного сигнала, МГц - в режиме АМ - в режимах ЧМ, ФМ	от 0,01 до 1500 от 0,1 до 1500
Уровень входного сигнала при измерении модуляционных параметров, дБм* ¹ (В):	от -13 (0,05) до +19 (2)
Диапазоны модулирующих частот прибора	приведены в таблице 3
Пределы измерения пиковых и среднеквадратических значений девиации частоты	приведены в таблице 4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности Δ_n измерения пиковых значений девиации частоты	$\pm(A_n \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_u)^{*2}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{СК}$ измерения среднеквадратических значений девиации частоты	$\pm(A_{СК} \cdot \Delta f_{СК} + \Delta f_u)^{*3}$
Коэффициент гармоник ЧМ сигналов, вносимый трактом прибора	приведены в таблице 8

Продолжение таблицы 2

Коэффициент преобразования частотной модуляции в амплитудную в диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 20 кГц и значениях девиации частоты до 200 кГц	0,02 % на 1 кГц девиации частоты
Диапазон измерения коэффициента АМ, % - пиковые значения - среднеквадратические значения	от 1 до 100 от 0,02 до 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ΔM_n измерения пиковых значений коэффициента АМ	$\pm(B_n \cdot M_n + 3 \cdot \Delta M_{ш})^{*4}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta M_{СК}$ измерения среднеквадратических значений коэффициента АМ	$\pm(B_{СК} \cdot M_{СК} + \Delta M_{ш})^{*5}$
Коэффициент гармоник огибающей АМ сигналов, вносимый трактом прибора	приведены в таблице 12
Коэффициент преобразования амплитудной модуляции в частотную в диапазоне модулирующих частот до 20 кГц и коэффициентах АМ до 30 %	10 Гц на 1 % коэффициента АМ
Диапазон модулирующих частот, диапазон измерения пиковых и среднеквадратических значений индекса фазовой модуляции	приведены в таблице 13
Пределы допускаемой погрешности $\Delta \varphi_n$ измерения пиковых значений индекса ФМ	$\pm(0,02 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш})^{*6}$
Пределы допускаемой погрешности $\Delta \varphi_c$ измерения среднеквадратических значений индекса ФМ	$\pm(0,03 \cdot \varphi_c + \varphi_{ш})^{*7}$
Диапазон измерения частоты входного сигнала встроенным частотомером, МГц	от 0,01 до 1500
Пределы допускаемой погрешности Δf измерения частоты входного сигнала, Гц	$\Delta f = \pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot f + 100)$,
Диапазон измерения уровня входного сигнала, дБм* ¹ (В)	от -15 (0,04) до +19 (2)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня сигнала, дБ	± 1
Пределы допускаемой погрешности ΔF измерения частоты модулирующего сигнала при соотношении сигнал/шум не менее 30 дБ	$\Delta F = \pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot F + 0,2)$
Пределы допускаемой погрешности измерения девиации частоты, коэффициента АМ, индекса ФМ, частоты входного сигнала и уровня входного сигнала в рабочих условиях не превышают удвоенных значений для нормальных условиях применения.	
<p>*¹ где дБм – дБ относительно 1 мВ.</p> <p>*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.</p> <p>*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.</p> <p>*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.</p>	

Продолжение таблицы 2

*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;
 $\varphi_{ш}$ – значение фазового шума и фона в тракте прибора, рад;

*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 прибора

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц		
	Режим «АМ»	Режим «ЧМ»	Режим «ФМ»
от 0,01 до 0,1 вкл.	0,02 – 3,4	-	-
от 0,1 до 0,5 вкл.	0,02 – 3,4	0,02 – 3,4	0,02 – 20
св. 0,5 до 4 вкл.	0,02 – 20	0,02 – 20	0,3 – 20
св. 4 до 1500	0,02 – 200	0,02 – 200	0,3 – 200

Таблица 4 – Пределы измерения пиковых и среднеквадратических значений девиации

Диапазон несущих частот, МГц	Пределы измерения пиковых значений девиации частоты, кГц	Пределы измерения среднеквадратических значений девиации частоты, кГц
от 0,1 до 0,5 вкл.	от 0,3 до 10 вкл.	от 0,005 до 5 вкл.
св. 0,5 до 4 вкл.	от 0,3 до 50 вкл.	от 0,005 до 20 вкл.
св. 4 до 10 вкл.	от 0,3 до 500 вкл.	от 0,005 до 150 вкл.
св. 10 до 1500 вкл.	от 0,3 до 1000 вкл.	от 0,005 до 300 вкл.

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 0,5 вкл.	от 0,3 до 10 вкл.	от 0,09 до 1 вкл.	0,02 – 3,4	0,01
св. 0,5 до 4 вкл.	от 0,3 до 50 вкл.	от 0,09 до 10 вкл.	0,02 – 20	
св. 4 до 10 вкл.	от 0,3 до 500 вкл.	от 0,09 до 60 вкл.	0,02 – 200	
св. 10 до 1500 вкл.	от 0,3 до 1000 вкл.	от 0,09 до 60 вкл.	0,02 – 200	
В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,09 кГц значение множителя $A_n = 0,03$.				

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 0,5 вкл.	от 0,005 до 5	от 0,02 до 1	0,02 – 3,4	0,03
св. 0,5 до 4 вкл.	от 0,005 до 20	от 0,02 до 10	0,02 – 20	
св. 4 до 1500 вкл.	от 0,005 до 300	от 0,02 до 60 вкл.	0,02 – 200	0,03
		св. 60 до 100 вкл.		0,05
		св. 100 до 200		0,15

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 1500	0,02 – 3,4	$5 \cdot 10^{-9} \cdot f + 3$
	0,02 – 20	$4 \cdot 10^{-8} \cdot f + 5$
	0,02 – 200	$2 \cdot 10^{-7} \cdot f + 100$
от 0,1 до 4	0,02 – 3,4	3
от 0,5 до 4	0,02 – 20	5

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 вкл.	от 6 до 20 вкл.	св. 20 до 60 вкл.
300	0,1	0,2	0,4
500	0,2	0,3	0,5
1000	0,4	0,6	0,8

Таблица 9 – Значение 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 95 вкл.	от 0,01 до 0,1 вкл.	от 0,09 до 1	0,02 – 3,4	0,01
	св. 0,1 до 0,5 вкл.			
	св. 0,5 до 4 вкл.	от 0,09 до 10	0,02 – 20	
	св. 4 до 1500	от 0,09 до 60	0,02 – 200	

1. В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,09 кГц при коэффициентах АМ от 1 до 100 % включительно значение множителя $B_n = 0,05$.

2. В диапазоне модулирующих частот от 0,09 до 60 кГц при коэффициентах АМ св. 95 до 100 % включительно значение множителя $B_n = 0,03$.

Таблица 10 – Значение 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 30 вкл.	от 0,01 до 0,1 вкл.	от 0,09 до 1	0,02 – 3,4	0,03
	от 0,1 до 0,5 вкл.			
	св. 0,5 до 1500 вкл.	от 0,09 до 10	0,02 – 20	
	от 4 до 1500	от 0,09 до 60 вкл.	0,02 – 200	
св. 60 до 200		0,15		

В диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 0,09 кГц значение множителя $B_{СК} = 0,05$.

Таблица 11 – 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 – 3,4	0,03
от 0,1 до 1500	0,3 – 3,4	0,007
	0,02 – 3,4	0,01
св. 0,5 до 1500	0,02 – 20	0,03
св. 4 до 1500	0,02 – 200	0,1

Таблица 12 – Коэффициент гармоник огибающей АМ сигналов, вносимый трактом прибора

Коэффициент АМ, %	Коэффициент гармоник, %, в диапазоне модулирующих частот, кГц		
	от 0,02 до 0,09 вкл.	св. 0,09 до 6 вкл.	св. 6 до 60 вкл.
30	0,4	0,2	0,4
90	0,8	0,3	0,5

Таблица 13 – Диапазон модулирующих частот, диапазон измерения пиковых и среднеквадратических значений индекса фазовой модуляции

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Диапазон измерения, рад	
		Пиковые значения	Среднеквадратические значения
от 0,1 до 0,5 вкл.	от 0,3 до 2вкл.	от 0,3 до 5	от 0,03 до 3,5
св. 0,5 до 4 вкл.	от 0,3 до 1 вкл.	от 0,3 до 50	от 0,03 до 20
	св.1 до 10 вкл.	от 0,3до 50/Фм	от 0,03 до 20/Фм
св. 4 до 1500	от 0,3 до 6 вкл.	от 0,3 до 100	от 0,03 до 50
	св. 6 до 60 вкл.	от 0,3 до 600/Фм	от 0,03 до 300/Фм

где Фм – модулирующая частота, кГц.

Таблица 14 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение электрического питания - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	220±22 50±05
Потребляемая мощность, В·А, не более	40
Габаритные размеры, мм, не более - высота - ширина - длина	115 375 270
Масса, кг, не более	4
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа	от 5 до 40 до 90 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 16 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Измеритель модуляции СКЗ-60	РПИС.411166.028	1 шт.
Комплект принадлежностей	РПИС.411918.028	1 шт.
Руководство по эксплуатации	РПИС. 411166.028 РЭ	1 экз.
Формуляр	РПИС. 411166.028 ФО	1 экз.

Поверка

осуществляется по разделам 7 «Поверка прибора» Руководств по эксплуатации РПИС.411166.028 РЭ, утвержденным руководителем ФБУ «Нижегородский ЦСМ» г.

Основные средства поверки:

- калибратор модуляции К2-101, регистрационный номер 65572-16 в Федеральном информационном фонде;
- генератор сигналов SMB100А опция В103, регистрационный номер 65571-16 в Федеральном информационном фонде;
- измеритель нелинейных искажений С6-22, регистрационный номер 42593-09 в Федеральном информационном фонде.

Сведения о методиках (методах) измерений

РПИС.411166.028 РЭ «Измеритель модуляции СКЗ-60» Руководство по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Измерителям модуляции СКЗ-60

1. ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
2. РПИС.411166.028 ТУ «Измеритель модуляции СКЗ-60». Технические условия.

Изготовитель:

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Радио, приборы и связь» (ООО «НПП «Радио, приборы и связь»).

ИНН 5261004288.

Адрес: 603009, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д.168, офис 310.

Телефон (факс): (831) 466-17-77.

Web-сайт: rpis.ru.

E-mail: rpis@mail.ru.

Испытательный центр:

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области» (ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Республиканская, д. 1.

Телефон (831) 428-78-78, факс (831) 428-57-48.

Web-сайт: www.nncsm.ru.

E-mail: mail@nncsm.ru.

Регистрационный номер 30011-13 в Реестре аккредитованных лиц в области обеспечения единства измерений Росаккредитации.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

м.п.

« _____ » _____ 20 _____ г.