

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Калибраторы модуляции К2-101, К2-101АМ, К2-101ЧМ

#### **Назначение средства измерений**

Калибраторы модуляции К2-101, К2-101АМ, К2-101ЧМ предназначены для воспроизведения и передачи размеров единиц коэффициента амплитудной модуляции, девиации частоты частотно-модулированных и девиации фазы фазово-модулированных сигналов.

#### **Описание средства измерений**

Принцип действия калибраторов модуляции К2-101, К2-101АМ, К2-101ЧМ (далее - калибраторы) основан на формировании модулированных сигналов с нормированными значениями коэффициента амплитудной модуляции (далее - АМ), девиации частоты частотной модуляции (далее - ЧМ) и девиации фазы фазовой модуляции (далее - ФМ) с использованием ультралинейных частотного и амплитудного модуляторов и генератора модулирующих напряжений.

Калибровка коэффициента АМ, девиации частоты ЧМ и девиации фазы ФМ осуществляется в реперных точках.

Для воспроизведения коэффициента АМ, девиации частоты ЧМ и девиации фазы ФМ в заданных пределах используется точный делитель модулирующего напряжения.

Калибраторы К2-101АМ и К2-101ЧМ являются вариантами исполнения калибратора К2-101.

Калибраторы К2-101АМ предназначены для воспроизведения и передачи размера единицы коэффициента АМ.

Калибраторы К2-101ЧМ предназначены для воспроизведения и передачи размера единиц девиации частоты ЧМ и девиации фазы ФМ.

Управление калибратором осуществляется программным способом от персонального компьютера (далее - ПК) со специальным программным обеспечением (далее - ПО) по интерфейсам USB, RS-232 и RS-485 через встроенный в калибратор контроллер.

Требования к ПК: процессор с тактовой частотой 1 ГГц или выше, оперативная память не менее 1 Гб, пространство на жестком диске до 150 МБ, наличие дисководов для CD-дисков или DVD-дисков, наличие интерфейсов USB (обязательно) и RS-232 (опционально).

Конструктивно калибратор выполнен в металлическом корпусе настольного типа, содержащего калибратор и контроллер (устройство управления).

Общий вид калибраторов с указанием места нанесения знака утверждения типа приведен на рисунке 1.

Элементы калибраторов, влияющие на их метрологические характеристики, защищены от несанкционированного доступа пломбированием двух винтов, расположенных на задней панели корпуса, и лакокрасочным покрытием. Схема пломбировки калибраторов от несанкционированного доступа приведена на рисунке 2.



1 - место нанесения знака утверждения типа  
Рисунок 1 - Внешний вид калибраторов



1, 2 - места пломбировки от несанкционированного доступа  
Рисунок 2 - Схема пломбировки калибраторов

### Программное обеспечение

ПО калибраторов состоит из встроенного и внешнего ПО.

Встроенное ПО, устанавливаемое изготовителем, и реализованное в виде микропроцессорных программ в контроллере калибраторов, является неотъемлемой частью калибраторов.

Встроенное ПО решает задачи управления узлами по последовательным каналам, измерения напряжений и частот сигналов, хранение постоянных и перепрограммируемых данных, а также калибровочных коэффициентов конкретного экземпляра калибратора, связь с компьютером по интерфейсам.

В калибраторах имеется защита встроенного ПО от преднамеренных и непреднамеренных изменений:

- конструкция калибраторов исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО и измерительную информацию - без нарушения целостности конструкции установки и заводских пломб невозможно удаление/замена контроллера или замена встроенного ПО;

- доступ к калибровочным и регулировочным коэффициентам со стороны интерфейса защищен паролем.

Внешнее ПО устанавливается на ПК, функционирует в операционной системе семейства Windows 2000/XP/Vista/7/8/8.1 и выполняет функции задания режимов работы, обработку входных сигналов, отображения результатов измерений.

Метрологические характеристики калибраторов нормированы с учетом влияния ПО.

Конструкция калибраторов исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные (признаки) ПО калибраторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные (признаки) ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	Калибратор модуляции К2-101
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 1.0.0.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики калибраторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические характеристики калибраторов

Наименование характеристики	Значение
Значения несущих частот калибраторов К2-101 в режиме АМ и К2-101АМ, МГц	0,01; 0,035; 0,1; 0,35; 1; 2; 4; 25; 500
Значения несущих частот калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режимах ЧМ и ФМ, МГц	0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 4; 5; 10; 50; 100; 250; 500; 1000; 2000; 4000
Значения несущих частот калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ГДЧ, МГц	0,1; 1; 10; 50; 100; 250; 500; 1000; 2000; 4000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки несущих частот $f_n$ , Гц: - калибраторов К2-101 в режиме АМ и К2-101АМ - калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режимах ЧМ и ФМ - калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ГДЧ	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot f_n + 50)$ $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot f_n + 3000)$ $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot f_n)$
Диапазоны модулирующих частот, устанавливаемых пиковых и средних квадратических значений коэффициентов АМ калибраторов К2-101 в режиме АМ и К2-101АМ	значения приведены в таблице 3
Значение дискретности установки коэффициентов АМ, %	0,001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения пиковых ( $DM$ ) и средних квадратических ( $DM_{скз}$ ) значений коэффициентов АМ калибраторов К2-101 в режиме АМ и К2-101АМ, %	$DM = \pm(A_0 \cdot M + 3 \cdot DM_{ш})^*$ , $DM_{скз} = \pm(A_0 \cdot M + D \cdot M_{ш})^*$ ,

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны модулирующих частот устанавливаемых пиковых и средних квадратических значений девиации частоты калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ЧМ	значения приведены в таблице 6
Устанавливаемые значения девиации частоты: - от 1 Гц до 9,9999 кГц включ. - от 10 кГц до 99,999 кГц включ. - от 100 кГц до 999,99 кГц включ. - свыше 1 МГц	через 0,1 Гц через 1 Гц через 10 Гц через 100 Гц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения пиковых $D(Df_{п})$ и средних квадратических $D(Df_{скз})$ значений девиации частоты калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ЧМ, Гц	$D(Df_{п}) = \pm(B_0 \cdot \Delta f + 3 Df_{ш})^{**}$ $D(Df_{скз}) = \pm(B_0 \cdot \Delta f + Df_{ш})^{**}$
Диапазоны модулирующих частот, устанавливаемых пиковых и средних квадратических значений девиации фазы калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ФМ	значения приведены в таблице 9
Устанавливаемые значения девиации фазы: - от 0,01 до 9,9999 радиан включ. - 10 до 99,999 радиан включ. - от 100 до 999,99 радиан включ.	через 0,0001 радиан через 0,001 радиан через 0,01 радиан
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения пиковых $\Delta(\beta_{п})$ и средних квадратических $\Delta(\beta_{скз})$ значений девиации фазы калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ФМ, радиан	$D(\beta_{п}) = \pm(0,005 \cdot \beta + 3 \cdot D\beta_{ш})^{***}$ $D(\beta_{скз}) = \pm(0,005 \cdot \beta + D\beta_{ш})^{***}$
Диапазон частот встроенного модулирующего генератора	от 10 Гц до 600 кГц
Дискретность установки частоты встроенного модулирующего генератора: - в диапазоне от 10 Гц до 10 кГц включ. - в диапазоне св. 10 кГц до 100 кГц включ. - в диапазоне св. 100 кГц	0,1 Гц 1,0 Гц 10,0 Гц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты F, в Гц, встроенного модулирующего генератора, Гц	$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot F + 0,1)$
Максимальный уровень АМ, ЧМ, ФМ сигналов и сигналов в режиме ГДЧ на конце штатного кабеля с нагрузкой 50 Ом, дБ (1 мВт)	$0 \pm 2$
Диапазоны регулировки уровня АМ, ЧМ, ФМ сигналов и сигналов в режиме ГДЧ относительно максимального значения, дБ - на несущих частотах 2000 и 4000 МГц - на остальных несущих частотах	от 0 до -14 от 0 до -20

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Дискретность регулировки уровня АМ, ЧМ, ФМ сигналов и сигналов в режиме ГДЧ, дБ	1 дБ
<p>* где <math>A_0</math> - множитель в относительных единицах, значения которого приведены в таблице 4;  <math>M</math> - значение коэффициента АМ, в %, воспроизводимое калибратором;  <math>DM_{ш}</math> - составляющая погрешности за счет амплитудного шума и фона АМ сигналов, в %, значения которой приведены в таблице 5</p> <p>** где <math>B_0</math> - множитель в относительных единицах, значения которого приведены в таблице 7;  <math>\Delta f</math> - значение девиации частоты, воспроизводимое калибратором;  <math>Df_{ш}</math> - составляющая погрешности, значения которой приведены в таблице 8</p> <p>*** где: <math>\beta</math> - значение индекса ФМ в радианах, воспроизводимое калибратором;  <math>\Delta\beta_{ш}</math> - составляющая погрешности за счет фазового шума и фона в радианах, значения которой для полосы (0,3 - 200) кГц определяются по формуле: <math>\Delta\beta_{ш} = 4 \cdot 10^{-11} \cdot f_n + 0,002</math>, где <math>f_n</math> - значение несущей частоты в Гц</p>	

Таблица 3 - Диапазоны модулирующих частот, устанавливаемых пиковых и средних квадратических значений коэффициентов АМ калибраторов К2-101 в режиме АМ и К2-101АМ

Несущая частота, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции, %	
		средние квадратические значения	пиковые значения
0,01	от 0,02 до 1,00	от 0,01 до 70,00	от 0,1 до 100,0
0,035	от 0,02 до 3,50	от 0,01 до 70,00	от 0,1 до 100,0
0,10; 0,35	от 0,02 до 10,00	от 0,01 до 70,00	от 0,1 до 100,0
1; 2; 4	от 0,02 до 60,00	от 0,01 до 70,00	от 0,1 до 100,0
25; 500	от 0,02 до 200,00	от 0,01 до 70,00	от 0,1 до 100,0

Таблица 4 - Значения множителя  $A_0$

Несущая частота, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Множитель $A_0$
0,01	от 0,02 до 0,4	0,003
0,035	от 0,02 до 1,00	0,003
0,10; 0,35	от 0,02 до 10,00	0,003
1; 2; 4	от 0,02 до 60,00	0,003
25	от 0,02 до 100,00	0,003
	св. 100 до 200	0,004
500	от 0,02 до 100,00	0,003
	св. 100 до 200,00	0,005

Таблица 5 - Значения составляющей погрешности за счет амплитудного шума и фона АМ сигналов  $M_{ш}$

Несущая частота, МГц	Амплитудный шум и фон АМ сигналов, $DM_{ш}$ , % (эфф)			
	полоса, кГц 0,3 - 3,4	полоса, кГц 0,02 - 20,00	полоса, кГц 0,02 - 60,00	полоса, кГц 0,02 - 200,00
0,010; 0,035	0,01 % в полосе 0,02 - 1,50 кГц			
0,1	0,010	-	-	-
0,35	0,010	0,020	-	-
1; 2; 4	0,010	0,020	0,035	-
25	0,007	0,015	0,025	0,045
500	0,010	0,020	0,035	0,070

Таблица 6 - Диапазоны модулирующих частот, устанавливаемых пиковых и средних квадратических значений девиации частоты калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ЧМ

Несущая частота, МГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Диапазон установки девиации частоты, кГц	
		средние квадратические значения	пиковые значения
0,05	от 0,02 до 5,00	от 0,005 до 3,500	от 0,1 до 10,0
0,1	от 0,02 до 10,00	от 0,005 до 7,000	от 0,1 до 20,0
0,2	от 0,02 до 20,00	от 0,005 до 14,000	от 0,1 до 50,0
0,5	от 0,02 до 20,00	от 0,005 до 70,000	от 0,1 до 100,0
1; 2; 4	от 0,02 до 60,00	от 0,005 до 70,000	от 0,1 до 100,0
5	от 0,02 до 60,00	от 0,001 до 70,000	от 0,1 до 100,0
10	от 0,02 до 200,00	от 0,002 до 140,000	от 0,1 до 200,0
50	от 0,02 до 200,00	от 0,01 до 700,00	от 0,1 до 1000,0
100	от 0,02 до 200,00	от 0,02 до 1400,00	от 0,2 до 2000,0
250	от 0,02 до 200,00	от 0,05 до 3500,00	от 0,3 до 5000,0
500; 1000; 2000; 4000	от 0,02 до 200,00	от 0,5 до 7000,0	от 5 до 10000

Таблица 7 - Значения множителя  $B_0$

Несущая частота, МГц	Девиация частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Множитель $B_0$
0,05	от 0,005 до 10,000	от 0,02 до 5,00	0,003
0,1	от 0,005 до 20,000	от 0,02 до 10,00	
0,2	от 0,005 до 50,000	от 0,02 до 20,00	
0,5	от 0,005 до 100,000	от 0,02 до 20,00	
1; 2; 4; 5	от 0,005 до 100,000	от 0,02 до 60,00	
10	от 0,002 до 200,000	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,003
		св. 30 до 200	0,004
50	от 0,01 до 1000,00	от 0,02 до 60,00 вкл.	0,003
		св. 60 до 200 вкл.	0,004
100	от 0,02 до 1000,00	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,003
		св. 30 до 200	0,004
	св. 1000 до 2000	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,005
		св. 30 до 200	0,007
250	от 0,05 до 1000,00	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,003
		св. 30 до 200	0,004
	св. 1000 до 5000	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,005
		св. 30 до 200	0,007
500; 1000; 2000; 4000	от 0,5 до 1000,0	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,003
		св. 30 до 200	0,004
	св. 1000 до 10000	от 0,02 до 30,00 вкл.	0,005
		св. 30 до 200	0,007

Таблица 8 - Значения составляющей погрешности  $Df_{ш}$

Несущая частота $f_n$ , МГц	Частотный шум и фон ЧМ сигналов, $Df_{ш}$ , Гц (эфф)			
	полоса, кГц 0,3 - 3,4	полоса, кГц 0,02 - 20	полоса, кГц 0,02 - 60	полоса, кГц 0,02 - 200
0,05; 0,10	1,5	-	-	-
0,2; 0,5	1,5	4,0	-	-
1; 2; 4	1,5	4,0	15	-
5	0,2	0,4	2	10
10	0,4	0,8	4	15
50	2,0	4	10	30
100; 250; 500; 1000; 2000; 4000	$2,0 \cdot n^*$	$4,0 \cdot n^*$	$10 \cdot n^*$	$30 \cdot n^*$

\* где  $n = \frac{f_n}{50}$ ,  $f_n$  - значение установленной несущей частоты, МГц

Таблица 9 - Диапазоны модулирующих частот, устанавливаемых пиковых и среднеквадратических значений девиации фазы калибраторов К2-101 и К2-101ЧМ в режиме ФМ

Несущая частота, МГц	Диапазон модулирующих частот $F_M$ , кГц	Диапазон девиации фазы, рад	
		средние квадратические значения*	пиковые значения*
0,05	от 0,1 до 5,0	от 0,05 до $\frac{3,5}{F_M}$	от 0,2 до $\frac{5}{F_M}$
0,10	от 0,1 до 10,0	от 0,05 до $\frac{7}{F_M}$	от 0,2 до $\frac{10}{F_M}$
0,20	от 0,1 до 20,0	от 0,05 до $\frac{14}{F_M}$	от 0,2 до $\frac{20}{F_M}$
0,50	от 0,1 до 30,0	от 0,05 до $\frac{70}{F_M}$	от 1 до $\frac{100}{F_M}$
1; 2; 4	от 0,1 до 60,0	от 0,05 до $\frac{70}{F_M}$	от 1 до $\frac{100}{F_M}$
5; 10	от 0,1 до 200,0	от 0,05 до $\frac{70}{F_M}$	от 0,1 до $\frac{100}{F_M}$
50; 100; 250; 500	от 0,1 до 1,0	от 0,05 до 700	от 1 до 1000
	св. 1 до 200	от 0,05 до $\frac{700}{F_M}$	от 1 до $\frac{1000}{F_M}$
1000; 2000; 4000	от 0,1 до 1,0	от 0,2 до 700	от 1 до 1000
	св. 1 до 200	от 0,2 до $\frac{700}{F_M}$	от 1 до $\frac{1000}{F_M}$

где  $*F_M$  - значение модулирующей частоты в кГц

Основные технические характеристики калибраторов приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Основные технические характеристики калибраторов

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	220±22 50,0±0,5
Потребляемая мощность, В·А, не более	50
Масса, кг, более	10
Габаритные размеры корпуса калибратора (ширина × высота × глубина), мм, не более	365´ 165´ 390
Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) - относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %, не более	от +15 до +25 от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800) 90

### Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель корпуса калибратора методом офсетной печати и на титульный лист документов «Калибраторы модуляции К2-101, К2-101АМ, К2-101ЧМ. Руководство по эксплуатации РПИС.411166.025 РЭ», «Калибраторы модуляции К2-101, К2-101АМ, К2-101ЧМ. Формуляр РПИС.411166.025 ФО» методом компьютерной графики.

### Комплектность средства измерений

Комплектность калибраторов приведена в таблице 11.

Таблица 11 - Комплектность калибраторов

Наименование	Обозначение	Количество
Калибратор К2-101 или К2-101АМ или К2-101ЧМ	-	1 шт.
Кабель соединительный ВЧ	РПИС.685.672.003	1 шт.
Кабель	РПИС.685611.096	1 шт.
Шнур соединительный	РКК/Н05VV-F, 3x0,75 мм (каталог ELFA) или SCZ-1R (АО «Бурый медведь»)	1 шт.
Программное обеспечение на CD-R	РПИС.00025	1 шт.
Руководство по эксплуатации	РПИС.411166.025 РЭ	1 экз.
Формуляр	РПИС.411166.025 ФО	1 экз.
Методика поверки	РПИС.411166.025 МП	1 экз.
Ящик укладочный	-	1 шт.

### Поверка

осуществляется по документу РПИС.411166.025 МП «Инструкция. Калибраторы модуляции К2-101, К2-101АМ, К2-101ЧМ. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 27 февраля 2018 года.

Основные средства поверки:

- установка поверочная для средств измерения коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2, регистрационный номер 65572-16 в Федеральном информационном фонде;
- установка поверочная для средств измерения девиации частоты РЭЕДЧ-2, регистрационный номер 65571-16 в Федеральном информационном фонде;
- частотомер электронно-счетный АКПП-5102, регистрационный номер 57319-14 в Федеральном информационном фонде;

- преобразователь измерительный NRP-Z55, регистрационный номер 37008-08 в Федеральном информационном фонде;

- анализатор спектра R&S FSV7, регистрационный номер 42593-09 в Федеральном информационном фонде.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых калибраторов с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
приведены в эксплуатационных документах.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам модуляции K2-101, K2-101AM, K2-101ЧМ**

ГОСТ Р 8.607-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений девиации частоты

ГОСТ Р 8.717-2010 Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции

Калибраторы модуляции K2-101, K2-101AM, K2-101ЧМ. Технические условия РПИС.411166.025 ТУ

**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.164, офис 509

Почтовый адрес: 603137, г. Нижний Новгород, а/я 61

Телефон/факс: (831) 465-50-12

E-mail: [rpis@mail.ru](mailto:rpis@mail.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский район, п/о Менделеево

Юридический адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский район, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11

Телефон (факс) (495) 526-63-00

E-mail: [office@vniiftri.ru](mailto:office@vniiftri.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 07.10.2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.