

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «11» августа 2022 г. № 1999

Регистрационный № 50647-12

Лист № 1
Всего листов 7

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Установки измерительные низкочастотные K2-93

Назначение средства измерений

Установка измерительная низкочастотная K2-93 предназначена для выполнения следующих функций:

- измерения коэффициента гармоник входного сигнала;
- измерения частоты входного сигнала;
- измерения среднеквадратического значения входного напряжения;
- формирования синусоидального сигнала;
- исследования формы входного сигнала;
- исследования спектра входного сигнала и измерения уровня спектральных составляющих;
- исследования формы амплитудно-частотных характеристик узлов и радиоэлектронной аппаратуры и измерения их параметров.

Описание средства измерений

Принцип действия установки измерительной низкочастотной K2-93 основан на математической обработке оцифрованного входного сигнала. Обработка производится программируемой логической матрицей фирмы XILINX и процессором на ядре ARM7.

Установка измерительная низкочастотная K2-93 (далее - установка K2-93) представляет собой моноблок, выполненный в корпусе базовой несущей конструкции "Надел-85". Основные функциональные узлы прибора: преобразователь НЧ сигнала, НЧ синтезатор частоты, перестраиваемый режекторный фильтр, входное устройство, блок питания, плата процессора с клавиатурой и цветным индикатором.

По дискретным значениям оцифрованного входного сигнала рассчитывается среднеквадратическое значение напряжения и частота сигнала, затем производится быстрое преобразование Фурье, рассчитывается напряжение высших гармоник и первой гармоники, после чего вычисляется коэффициент гармоник как отношения среднеквадратического напряжения гармоник и среднеквадратического напряжения первой гармоники входного сигнала.

В случае малых значений K_g , входной сигнал пропускается через режекторный фильтр, настроенный на частоту входного сигнала, где обеспечивается частичное подавление первой гармоники сигнала. Полученный сигнал усиливается, оцифровывается, вычисляется напряжение высших гармоник и затем рассчитывается коэффициент гармоник входного сигнала.

Результат измерения выводится на цветной жидкокристаллический индикатор, там же индицируются относительные уровни первых десяти гармоник сигнала в виде диаграммы.

В режиме анализатора спектра после оцифровки входного сигнала и быстрого преобразования Фурье полученный спектр сигнала выводится на цветной жидкокристаллический индикатор.

В режиме осциллографа отсчёты сигнала масштабируются и выводятся на индикатор. Синхронизация осциллографа осуществляется блоком синхронизации, расположенным в программируемой логической матрице фирмы XILINX.

В режиме измерения амплитудно-частотной характеристики исследуемой цепи производится свипирование частоты генератора низкой частоты с одновременным измерением уровня напряжения на выходе исследуемой цепи.

Результаты измерения выводятся на цветной жидкокристаллический индикатор в виде графика.

Генератор низкой частоты работает по принципу прямого цифрового синтеза.

Управление режимами измерения, вывод данных, математическая обработка результатов измерений, реализация алгоритмов калибровки, выполняются процессором на ядре ARM7. Отображение информации осуществляется встроенным цветным дисплеем.

Установка K2-93 обеспечивает свои технические характеристики при работе на симметричные/несимметричные входы и выходы.

Общий вид установки K2-93 представлен на рисунке 1.

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



Рисунок 1 - Общий вид установки измерительной низкочастотной K2-93



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

Программное обеспечение

Выполнение алгоритма функционирования установки K2-93 осуществляется программным обеспечением без использования операционной системы. Программное обеспечение установки K2-93 имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части. В установке K2-93 предусмотрены способы идентификации файла метрологически значимой части ПО, расчета его контрольной суммы, и оценка его по критериям целостности и аутентичности.

ПО обеспечивает работу установки K2-93 в режиме дистанционного управления по каналу RS-232.

В установке K2-93 обеспечены меры защиты программного обеспечения от преднамеренного и непреднамеренного изменения:

- пользователь не имеет возможности обновления или загрузки новых версий ПО;
- в режиме внешнего управления реализовано однозначное назначение каждой команды в соответствии с руководством по эксплуатации, поэтому невозможно подвергнуть ПО установки искажающему воздействию через интерфейсы пользователя и интерфейсы связи;
- в процессе работы в установку K2-93 невозможно ввести данные измерений, полученные вне установки, данные результатов измерения не могут быть подвергнуты искажению в процессе хранения, так как происходит их обновление в каждом измерительном цикле, и отсутствуют требования по их хранению после окончания цикла измерения;
- без нарушения целостности конструкции установки и пломб невозможно удаление запоминающего устройства, или его замена другим устройством.

Метрологические характеристики нормированы с учётом влияния программного обеспечения.

Уровень защиты ПО установки K2-93 соответствует уровню «средний» в соответствии с Р.50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	K2-93
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 31.01.12
Цифровой идентификатор ПО	05F8h
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC протокола MODBUS

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот измерения коэффициента гармоник сигналов при напряжении от 0,005 до 100 В, Гц	от 20 до $2 \cdot 10^5$
Диапазон измерения коэффициента гармоник (Кг) при напряжении от 0,1 до 100 В, % - в диапазоне частот от 20 до 50 Гц включ. - в диапазоне частот св. 50 до $2 \cdot 10^2$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^3$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^3$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $5 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^4$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^4$ до $2 \cdot 10^5$ Гц	от 0,01 до 100 от 0,006 до 100 от 0,003 до 100 от 0,006 до 100 от 0,01 до 100 от 0,03 до 100
Погрешность измерения коэффициента гармоник при напряжении от 0,005 до 0,1 В	не нормируется
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения коэффициента гармоник при напряжении от 0,1 до 100 В, % - в диапазоне частот от 20 до 50 Гц включ. - в диапазоне частот св. 50 до $2 \cdot 10^2$ Гц включ.	$\pm(0,03 \text{ Кг} + 0,006)$ $\pm(0,03 \text{ Кг} + 0,004)$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
- в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^3$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^3$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $5 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^4$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^4$ до $2 \cdot 10^5$ Гц	$\pm(0,03 K_{\Gamma}+0,002)$ $\pm(0,03 K_{\Gamma}+0,004)$ $\pm(0,03 K_{\Gamma}+0,006)$ $\pm(0,05 K_{\Gamma}+0,02)$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения коэффициента гармоник, меньшего 1 %, от изменения температуры окружающего воздуха в диапазоне рабочих температур, на каждые 10 °С, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	0,5
Диапазон измерения частоты при входном сигнале от 0,002 В до 100 В, Гц	от 20 до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-4} F_{\text{н}}+0,1)^{*1}$
Диапазон измерения среднеквадратического значения напряжения в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц, В	от 0,0001 до 100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения среднеквадратического значения напряжения, В - в диапазоне частот от 20 Гц до $6 \cdot 10^5$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $6 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^6$ Гц	$\pm(0,03 U_{\text{и}}+20 \cdot 10^{-6} \text{ В})^{*2}$ $\pm(0,1 U_{\text{и}}+20 \cdot 10^{-6} \text{ В})$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения напряжения, меньшего 0,01 В, от изменения температуры окружающего воздуха в диапазоне рабочих температур, на каждые 10 °С, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	0,5
Диапазон измерения напряжения постоянного тока, В	от 0,001 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,02 U_{\text{и}}+3 \cdot 10^{-4})^{*3}$
Диапазон частот встроенного генератора, Гц	от 20 до $2 \cdot 10^5$
Шаг перестройки частоты, Гц	0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, Гц	$\pm(10^{-4} F_{\text{y}}+0,02)^{*4}$
Диапазон установки выходного напряжения встроенного генератора на нагрузке 600 Ом, В	от 0,0001 до 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходного напряжения, В - в диапазоне напряжений от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ В включ. - в диапазоне напряжений св. $1 \cdot 10^{-3}$ до 5 В	$\pm 0,05 \cdot U_{\text{y}}^{*5}$ $\pm 0,03 \cdot U_{\text{y}}^{*5}$
Коэффициент гармоник выходного сигнала генератора, %, не более - в диапазоне частот от 20 до $2 \cdot 10^4$ Гц включ. - в диапазоне частот св. $2 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^6$ Гц	0,02 0,05
Полоса пропускания тракта вертикального отклонения встроенного осциллографа по уровню минус 3 дБ, Гц	от 0 до $1 \cdot 10^6$
Коэффициент отклонения осциллографа по вертикали с шагом 1/2/5, В/дел	от $5 \cdot 10^{-4}$ до 50
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения с помощью маркера в диапазоне частот от постоянного тока до $6 \cdot 10^5$ Гц, %	± 6
Коэффициент развертки встроенного осциллографа с шагом 1/2/5, мс/дел	от 0,0005 до 20
Диапазон частот встроенного анализатора спектра, Гц	от 20 до $6 \cdot 10^5$
Число фиксированных полос пропускания	8

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Число точек быстрого преобразования Фурье (БПФ) анализатора спектра	512, 1024, 2048, 4096, 8192
Динамический диапазон встроенного анализатора спектра (при отсчёте от среднеквадратичного значения напряжения сигнала) при уровне входного сигнала от 0,1 до 100 В, дБ, не менее	
- в диапазоне частот от 20 до $6 \cdot 10^5$ Гц включ.	76
- в диапазоне частот св. $6 \cdot 10^5$ Гц до $1 \cdot 10^6$ Гц	68
Пределы допускаемой абсолютной погрешности встроенного анализатора спектра при измерении уровня спектральных составляющих с помощью маркера относительно значения напряжения сигнала первой гармоники, дБ	± 3
Динамический диапазон встроенного измерителя АЧХ в диапазоне частот от 20 до $2 \cdot 10^5$ Гц, дБ, не менее:	
- при напряжении входного сигнала от 0,1 до 0,2 В включ.	65
- при напряжении входного сигнала св. 0,2 до 100 В	70
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерителя АЧХ при измерении маркером, дБ	
- при напряжении входного сигнала от 0,1 до 0,2 В включ.	
в диапазоне измеряемых уровней от -65 до -60 дБ включ.	± 2
в диапазоне измеряемых уровней св. -60 до 0 дБ	± 1
- при напряжении входного сигнала св. 0,2 до 100 В	
в диапазоне измеряемых уровней от -70 до -60 дБ включ.	± 2
в диапазоне измеряемых уровней св. -60 до 0 дБ	± 1
Входное сопротивление, кОм, не менее	100
Входная ёмкость, пФ, не более	150
Нормальные условия измерений	
- температура окружающей среды, °С	20
- относительная влажность, %	80
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 104
* ¹ где $F_{и}$ - измеряемая частота, Гц * ² где $U_{и\sim}$ - измеряемое напряжение переменного тока, В * ³ где $U_{и=}$ - измеряемое напряжение постоянного тока, В * ⁴ где F_y - устанавливаемая частота, Гц * ⁵ где U_y - устанавливаемое напряжение, В	

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания	
- напряжение переменного тока, В	230 \pm 23
- частота переменного тока, Гц	50 \pm 0,5
Потребляемая мощность В·А, не более	60
Габаритные размеры установки К2-93, мм, не более	
- высота	176
- ширина	309
- длина	423
Масса, кг, не более	12
Условия эксплуатации	
- температура окружающей среды, °С	от 5 до 40
- относительная влажность, %	80
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 104

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Средний срок службы, лет	12
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель установки К2-93 методом офсетной печати. В эксплуатационной документации на титульных листах знак утверждения типа наносится типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность установки измерительной низкочастотной К2-93

Наименование	Обозначение	Количество
Установка измерительная низкочастотная К2-93	ШИУЯ.411167.006	1 шт.
Комплект комбинированный в упаковке, содержащий:	ШИУЯ.411918.074	1 шт.
Ящик укладочный	ШИУЯ.321454.010-03	
Кабель ВЧ	ШИУЯ.685661.267	4 шт.
Кабель соединительный ВЧ	ЯНТИ.685671.019-09	2 шт.
Шнур сетевого питания	SCZ-1	1 шт.
Вставка плавкая ВП2Б-1В-1, 25 А, 250 В	АГО.481.312.ТУ	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ШИУЯ.411167.006 РЭ	1 экз.
Формуляр	ШИУЯ.411167.006 ФО	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к установкам измерительным низкочастотным К2-93

ШИУЯ.411167.006 ТУ «Установка измерительная низкочастотная К2-93». Технические условия.

Изготовитель

Филиал акционерного общества «Корпорация космических систем специального назначения «Комета» - «Конструкторское бюро измерительных приборов «Квазар»

(Филиал АО «Корпорация «Комета» - «КБ «Квазар»)

ИНН 7723836671

Адрес: 603022, Россия, г. Нижний Новгород, Окский съезд, д. 2А

Телефон (831) 466-67-60, факс (831) 465-41-42

Web-сайт: www.kvazar.nnov.ru

E-mail: kvazar@corpkometa.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области»

(ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)

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

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

Web-сайт: www.nnscsm.ru

E-mail: mail@nnscsm.ru

Аттестат аккредитации ФБУ «Нижегородский ЦСМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30011-13.