

**ИЗМЕРИТЕЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИК  
СК6-220**

Руководство по эксплуатации  
ТПКЛ.411167.011РЭ



УТВЕРЖДЕНО  
раздел 4 «Методика поверки»

Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## Содержание

1	Описание и работа изделия .....	3
1.1	Назначение изделия .....	3
1.2	Технические характеристики .....	3
1.3	Состав изделия .....	5
1.4	Устройство и работа изделия .....	5
1.5	Маркировка и пломбирование .....	6
1.6	Упаковка .....	6
2	Использование по назначению .....	6
2.1	Общие указания по эксплуатации .....	6
2.2	Указания мер безопасности .....	7
2.3	Описание и назначение органов управления .....	7
2.4	Подготовка к работе .....	21
2.5	Использование изделия .....	21
3	Техническое обслуживание .....	22
3.1	Общие указания .....	22
3.2	Порядок технического обслуживания .....	22
4	Методика поверки .....	22
4.1	Общие требования .....	22
4.2	Операции и средства поверки .....	22
4.3	Требования безопасности .....	23
4.4	Условия проведения поверки и подготовка к ней .....	24
4.5	Проведение поверки .....	24
4.6	Оформление результатов поверки .....	28
5	Текущий ремонт .....	28
6	Хранение .....	29
7	Транспортирование .....	29
	Лист регистрации изменений .....	30

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках изделия и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования).

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### 1.1 Назначение изделия

Измеритель коэффициента гармоник СК6-220 ТПКЛ.411167.011 (далее – измеритель, СК6-220) изготавливается в соответствии с требованиями ТУ 6684-003-86487402-2016.

Измеритель предназначен для измерений коэффициента гармоник радиотехнических сигналов, амплитуды и частоты первой гармоники, уровней амплитуды и фазы высших гармоник относительно первой гармоники. Измеритель позволяет также определять уровни и частоты интергармоник и субгармоник сигнала.

Для повышения функциональных возможностей измерителя возможно его подключение по интерфейсу USB к компьютеру с установленным ПО «Клиринг-КИ».

Измерители могут использоваться в качестве рабочих эталонов 2-го разряда и рабочих средств измерений коэффициента гармоник (измерителей нелинейных искажений) по ГОСТ Р 8.762-2011, а также при исследованиях средств измерений и радиотехнической аппаратуры различного назначения.

Измерители СК6-220 допускают замену калибраторов-измерителей нелинейных искажений СК6-20.

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Диапазон измерений коэффициента гармоник  $K_G$  при частоте первой гармоники от 10 Гц до 200 кГц:

- при амплитуде первой гармоники (максимальном значении сигнала произвольной формы) от 0,05 до 0,5 В ..... от 0,01 до 100 %;

- при амплитуде первой гармоники (максимальном значении сигнала произвольной формы) выше 0,5 до 50 В ..... от 0,001 до 100 %.

1.2.2 Диапазон измерений частоты ..... от 10 Гц до 1200 кГц.

1.2.3 Диапазон измерений амплитуды первой гармоники ..... от 0,05 до 50 В.

1.2.4 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник  $\Delta_{K_G}$  (в приведенных ниже формулах  $K_G$  – результат измерения СК6-220):

- при амплитуде первой гармоники (максимальном напряжении сигнала произвольной формы)  $A_H$  от 0,05 до 0,5 В – не более значений, которые определяются по формуле:

$$\Delta_{K_G} = \pm \left\{ 0,02 \cdot K_G + \left[ 1 + \frac{0,5 - A_H}{A_H} \right] \cdot 0,01\% \right\} \quad (1.1);$$

- при амплитуде первой гармоники (максимальном напряжении сигнала произвольной формы)  $A_H$  выше 0,5 до 2 В – не более значений, которые определяются по формуле:

$$\Delta_{K_G} = \pm \left\{ 0,01 \cdot K_G + \left[ 1 + \frac{2,0 - A_H}{A_H} \right] \cdot 0,0015\% \right\} \quad (1.2);$$

- при амплитуде первой гармоники (максимальном напряжении сигнала произвольной формы)  $A_n$  выше 2 до 50 В – не более значений, которые определяются по формуле:

$$\Delta_{Kг} = \pm (0,03 \cdot Kг + 0,005 \%) \quad (1.3)$$

1.2.5 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты первой гармоники  $\Delta_F$  не более значений, которые определяются по формуле:

$$\Delta_F = \pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot F + 0,01 \text{ Гц}), \quad (1.4)$$

где  $F$  – измеренная частота, Гц.

1.2.6 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуды первой гармоники  $\delta_A$ , %, не более:

- в диапазоне частот от 10 Гц до 20 кГц .....  $\pm 1,0$ ;
- в диапазоне частот выше 20 до 200 кГц .....  $\pm 3,0$ ;
- в диапазоне частот выше 200 до 1000 кГц ..... погрешность не нормируется.

1.2.7 Характеристики измерителя при определении уровней амплитуды и фазовых сдвигов высших гармоник сигнала вплоть до десятой относительно первой гармоники при частоте и амплитуде первой гармоники от 10 Гц до 200 кГц и от 0,5 до 50 В:

- диапазон уровней амплитуды ..... от минус 100 до 0 дБ;
- диапазон фазовых сдвигов ..... от 0 до 360°.

1.2.8 Измеритель обеспечивает определение уровней и частот интергармоник и субгармоник сигнала при частоте первой гармоники от 10 Гц до 200 кГц и амплитуде первой гармоники от 0,5 до 50 В относительно амплитуды и частоты первой гармоники в диапазоне уровней от минус 100 до 0 дБ.

Примечание – Под интергармониками понимаются составляющие сигнала, не кратные основной частоте, которые превышают уровень шумов, определяемый при измерениях как тройное среднее квадратическое отклонение от среднего значения напряжения по всей выборке измерений при заданной частоте дискретизации за вычетом амплитудных значений напряжений основной и высших гармоник. Субгармоника – частный случай интергармоники, когда ее частота меньше основной частоты.

1.2.9 Входное сопротивление измерителя 56 кОм, входная емкость (без учета емкости входного кабеля) не более 10 пФ.

1.2.10 Измеритель имеет функции вычисления и индирования среднего значения и среднее квадратическое отклонения результата измерений при заданном количестве независимых наблюдений  $N$  от 2 до 10.

1.2.11 Измеритель имеет функции вычисления и индирования коэффициента нелинейных искажений измеряемого сигнала.

Примечание – Коэффициент нелинейных искажений КНИ и коэффициент гармоник  $Kг$ , выраженные в абсолютных единицах, связаны между собой соотношением ( 1.5 ):

$$KНИ = \frac{Kг}{\sqrt{1 + Kг^2}} \quad (1.5)$$

1.2.12 Время установления рабочего режима не более ..... 30 мин.

1.2.13 Время непрерывной работы ..... не менее 8 ч.

1.2.14 Электропитание СК6-220 осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

1.2.15 Мощность, потребляемая СК6-220 при номинальных напряжении и частоте электропитания, не превышает ..... 40 В·А.

1.2.16 Для повышения функциональных возможностей измерителя возможно его подключение по интерфейсу USB к компьютеру с установленным программным обеспечением «Клиринг-КИ».

1.2.17 Защита встроенного программного обеспечения измерителя от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014, недokumentированные возможности этого ПО отсутствуют.

1.2.18 Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха ..... от + 10 до + 35 °С;
- относительная влажность воздуха ..... 80 % при температуре + 25 °С;
- атмосферное давление ..... от 84 до 106,7 кПа.

1.2.19 Измеритель СК6-220 в футляре и упаковке для транспортирования тепло-, холодо- и влагопрочен при предельных условиях транспортирования:

- температура окружающего воздуха ..... от минус 50 до + 55 °С;
- относительная влажность воздуха ..... 98 % при температуре + 35 °С;
- атмосферное давление ..... от 84 до 106,7 кПа.

1.2.20 Измеритель СК6-220 в футляре и упаковке для транспортирования прочен к транспортной тряске с параметрами:

- число ударов в минуту ..... от 80 до 120;
- максимальное ускорение ..... 30 м/с<sup>2</sup>.

1.2.21 Степень защиты, обеспечиваемая оболочками СК6-220 от проникновения твердых предметов и воды, по ГОСТ 14254-96 ..... IP20.

1.2.22 Измеритель СК6-220 соответствует требованиям электромагнитной совместимости, установленным ГОСТ Р МЭК 61326-1 для оборудования класса В.

1.2.23 Измеритель удовлетворяет требованиям безопасности ГОСТ 12.2.091 и по способу защиты от поражения электрическим током соответствует классу I ГОСТ 12.2.007.0.

1.2.24 Масса, не более ..... 8,0 кг.

1.2.25 Габаритные размеры (длина × высота × ширина) ..... 345 × 150 × 340 мм.

### **1.3 Состав изделия**

1.3.1 В состав изделия входят измеритель коэффициента гармоник СК6-220 и комплект кабелей. По заявке заказчика в поставку может быть включен компакт-диск с программным обеспечением «Клиринг-КИ» для работы измерителя с компьютером.

### **1.4 Устройство и работа изделия**

1.4.1 Принцип действия измерителя СК6-220 основан на цифровой обработке выборок 16-разрядного АЦП большого объема статистическим методом с использованием дискретного преобразования Фурье. При этом обеспечивается определение параметров входного сигнала (модуля и фазы первой и высших гармоник сигнала) при уровне шумов и помех от внешних источников, сравнимых и даже превышающих уровень полезного сигнала.

1.4.2 Измеритель СК6-220 включает в себя: преобразователь входного напряжения; блок измерительный; блок представления команд, служебной и измерительной информации, который включает в себя также жидкокристаллический дисплей MTF-TQ 57SP741-AV; блок питания.

1.4.3 Преобразователь входного напряжения представляет собой каскад делителей напряжения, их сопротивление в заданном частотном диапазоне измерителя можно считать безреактивным. Входная цепь согласована на сопротивление 56,2 кОм ± 1 %, коэффициент деления каждой ступени 2,3.

1.4.4 Основным узлом блока измерительного является блок цифровой обработки измерительной информации. Он выполнен на базе ARM-процессора SiM3U167 компании Silicon Labs. В процессор «зашивается» программа цифровой обработки информации (при изготовлении измерителя) и вносятся через интерфейс, недоступный пользователю, результаты градуировки прибора (при его настройке).

1.4.5 Тактовый генератор блока цифровой обработки измерительной информации создан на базе кварцевого генератора VX7 на частоту 20 МГц. Относительная суммарная нестабильность частоты генератора, включающая в себя долговременную за 1 год, температурную в рабочем диапазоне температур измерителя, нестабильности, обусловленные другими влияющими факторами, не превышает  $5 \cdot 10^{-5}$ .

## **1.5 Маркировка и пломбирование**

1.5.1 На переднюю панель измерителя нанесены следующие обозначения:

- надпись ИЗМЕРИТЕЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИК СК6-220;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа средств измерений;
- обозначение выключателя сетевого питания СЕТЬ;
- обозначение разъема ВХОД для подсоединения источника измеряемых сигналов.

Обозначения клавиш управления измерителем нанесены непосредственно на эти клавиши.

1.5.2 На заднюю панель измерителя нанесены следующие обозначения:

- условное обозначение измерителя;
- порядковый номер измерителя по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год изготовления;
- обозначение ТУ 6684-003-86487402-2016.
- степень защиты, обеспечиваемая оболочками измерителя от проникновения твердых предметов и воды;
- обозначение клеммы заземления;
- обозначение разъема USB;
- напряжение, потребляемая мощность, частота электропитания;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза.

1.5.3 Измеритель опломбирован в соответствии с конструкторской документацией.

## **1.6 Упаковка**

1.6.1 Упаковка СК6-220 производится согласно требованиям категории КУ-3 по ГОСТ 23170-78 для группы III, вариант защиты В3-0, вариант упаковки ВУ-5.

1.6.2 Упаковка производится в закрытых вентилируемых помещениях с температурой окружающего воздуха от + 15 до + 40°C и относительной влажностью воздуха до 80 % при температуре + 20°C и содержанием в воздухе коррозионно-активных агентов, не превышающих установленного для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Общие указания по эксплуатации**

2.1.1 После распаковки СК6-220 необходимо произвести внешний осмотр прибора. Необходимо также убедиться в наличии полного комплекта согласно формуляру.

2.1.2 Работа прибора должна происходить в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных радиопомех.

2.1.3 После пребывания СК6-220 в условиях, не соответствующих рабочим, необходимо перед включением выдержать его не менее 4 ч в условиях, соответствующих рабочим.

## 2.2 Указания мер безопасности

2.2.1 Перед началом работы с СК6-220 необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

2.2.2 Все работы, связанные с эксплуатацией и обслуживанием СК6-220, выполнять в соответствии с РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М-016-2001)».

2.2.3 К эксплуатации и обслуживанию СК6-220 допускается технический персонал, имеющий навыки работы с средствами электрических и радиотехнических измерений и знакомый с ПЭВМ на уровне пользователя.

## 2.3 Описание и назначение органов управления

2.3.1 Внешний вид передней панели измерителя СК6-220 представлен на рисунке 2.1. Отображение реализуемых функций, параметров измерений и измеряемых величин, других переменных, а также результатов измерений производится на дисплее прибора. Управление осуществляется с помощью клавиатуры.

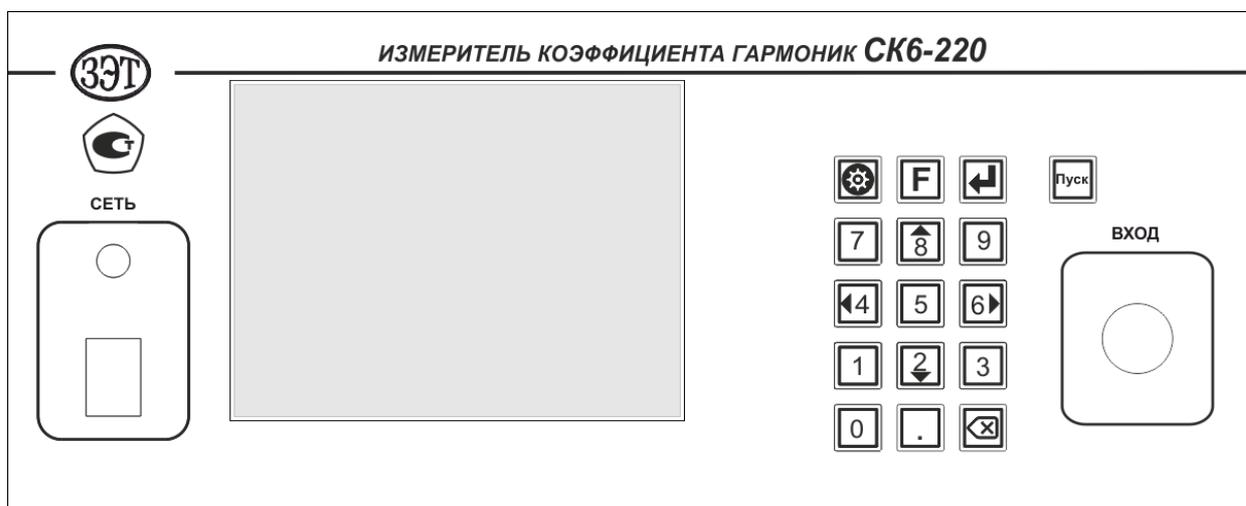


Рисунок 2.1. Внешний вид передней панели измерителя коэффициента гармоник СК6-220

2.3.2 Клавиатура СК6-220 включает в себя 16 клавиш. Некоторые клавиши имеют двойное назначение – цифры при вводе чисел и функции управления курсором при навигации в меню.

Клавиши «0» – «9» и «.» предназначены для ввода значения частоты в режиме задания частоты основной гармоники.

Клавиши «Вправо» (▶, совмещена с «6»), «Влево» (◀, совмещена с «4»), «Вверх» (▲, совмещена с «8») и «Вниз» (▼, совмещена с «2») служат для навигации в меню и результатах измерений. Выбор параметра (например, предела измерения или количества измерений в серии) осуществляют клавишами «Вправо» или «Влево». Все параметры выбирают

ся циклически: когда выбран последний элемент, следующее нажатие кнопки «Вправо» приведет к выбору первого элемента, так же циклически выбираются элементы меню – в случае, если выбран последний (или первый) элемент меню, то нажатие клавиши «Вниз» (или «Вверх») приведет к установке предыдущего элемента.

Клавиша  запускает процесс измерений.

Клавиша меню  вызывает или закрывает меню прибора.

Клавиша ввода  служит для выбора различных настроек в меню или при отображении результатов измерений.

Клавиша с символом  выполняет следующие функции: прерывание процесса измерений (значение «Отмена»); возврат в более старший элемент меню (значение «Отмена»); редактирование введенного значения частоты основной гармоники (значение «Забой»).

Клавиша задания частоты основной гармоники  служит для отображения окна ввода частоты основной гармоники. Значение частоты вводится с помощью цифровых клавиш «0» – «9» и клавиши «.» и редактируется с помощью клавиши .

2.3.3 При включении измерителя коэффициента гармоник СК6-220 на дисплее в главном окне будет отображена следующая информация (см. рисунок 2.2):

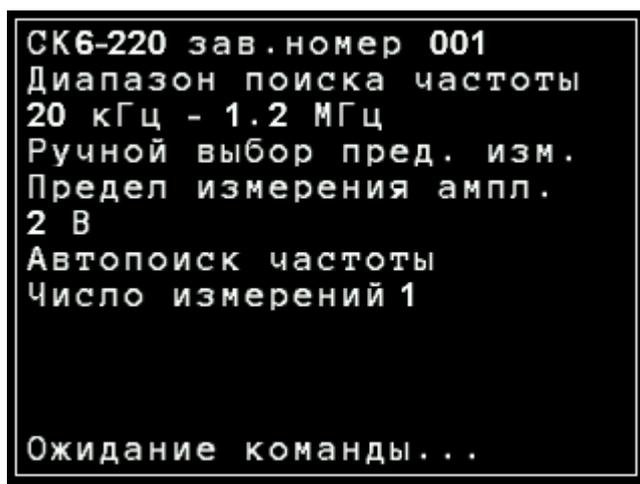


Рисунок 2.2. Главное окно измерителя коэффициента гармоник СК6-220

- обозначение и заводской номер измерителя;
- выбранный диапазон поиска частоты основной гармоники (в пределах от 20 кГц до 1,2 МГц);
- режим управления пределами измерения напряжения (ручной выбор пределов измерения);
- выбранный верхний предел измерения амплитудных значений напряжения (2 В);
- выбранный режим поиска частоты основной гармоники (автоматический поиск);
- число измерений в серии (от 1 до 10, выбрано 1 измерение в серии).

Каждый из этих параметров будет подробно описан ниже.

2.3.3.1 Для изменения настроек необходимо перейти в меню прибора с помощью клавиши . Общая структура меню измерителя коэффициента гармоник СК6-220 показана на рисунке 2.3. При нажатии на клавишу  откроется меню верхнего уровня (см. рисунок 2.4). Из этого меню доступно два подменю:

- подменю «О приборе ...», которое служит для отображения индивидуальных данных конкретного экземпляра измерителя (см. рисунок 2.5);
- подменю «Настройки ...», в котором непосредственно производится настройка всех параметров прибора (см. рисунок 2.6).

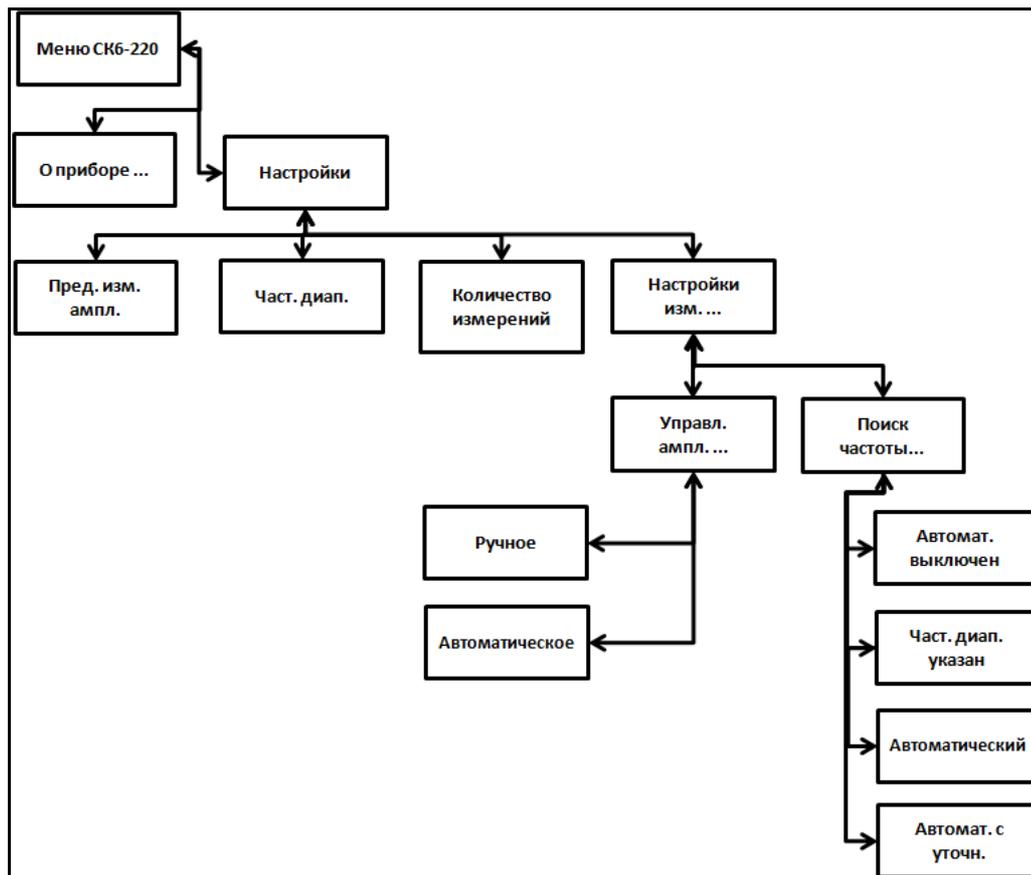


Рисунок 2.3. Структура меню измерителя коэффициента гармоник СК6-220

Пояснение к рисунку 2.4 и последующим: красная рамка вокруг элемента меню означает текущее положение курсора. Зеленая рамка обозначает текущий установленный параметр (настройку).

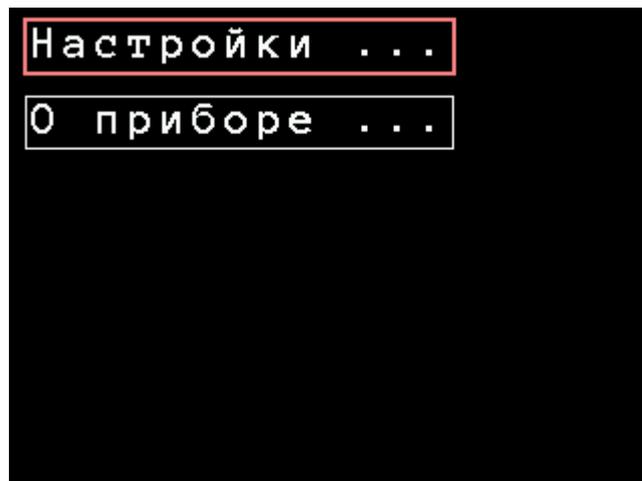


Рисунок 2.4. Меню верхнего уровня измерителя коэффициента гармоник СК6-220

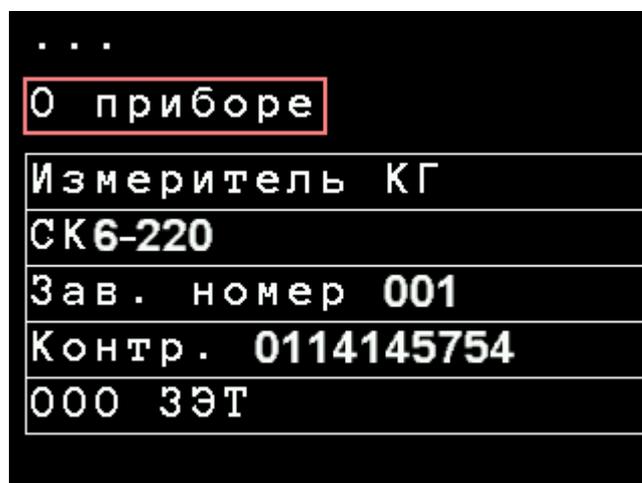


Рисунок 2.5. Подменю «О приборе ...»

В подменю «О приборе ...» отображены:

- название и обозначение прибора;
- заводской номер;
- контрольная сумма («Контр.»), которая вычисляется при настройке (калибровке) прибора, индивидуальна для каждого экземпляра измерителя и может быть изменена только при его ремонте. Это число указано в формуляре данного экземпляра измерителя;
- изготовитель (ООО «ЗЭТ»).

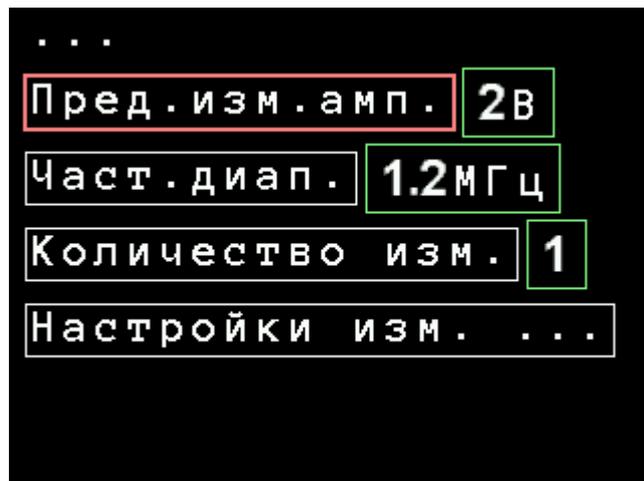


Рисунок 2.6. Подменю «Настройки ...»

2.3.3.2 В подменю «Настройки ...» доступны для изменения следующие параметры:

- «Пред. изм. ампл.» – служит для переключения входных делителей напряжения измеряемого сигнала. Возможны следующие значения верхнего предела измерения: 2 В, 4,5 В, 10 В, 24 В, 50 В;

- «Част. диап.» – предназначен для выбора частотного диапазона и указания его верхнего значения в определенных режимах поиска частоты основной гармоники. Физически переключает частоту дискретизации сигнала. Возможны следующие значения этого параметра: 0 – 10 Гц, 10 – 100 Гц, 100 – 200 Гц, 200 – 1000 Гц, 1 – 4 кГц, 4 – 20 кГц, 20 кГц – 1,2 МГц;

- «Количество изм.» – количество измерений в серии. Служит для задания числа измерений в серии. Возможные значения от 1 до 10.

В подменю «Настройки ...» есть также доступ в подменю «Настройки изм. ...».

2.3.3.3 Подменю «Настройки изм. ...» (см. рисунок 2.7) содержит три элемента:

- «Управл. ампл.» – подменю выбора режима управления пределами измерения амплитудных значений напряжения (см. рисунок 2.8);

- «Поиск частоты» – подменю выбора режима поиска частоты основной гармоники (см. рисунок 2.11).

- «Величина» – подменю выбора режима вычисления и индикации измеряемой величины – параметра, характеризующего искажения периодического сигнала: коэффициента гармоник Кг, коэффициента нелинейных искажений КНИ.

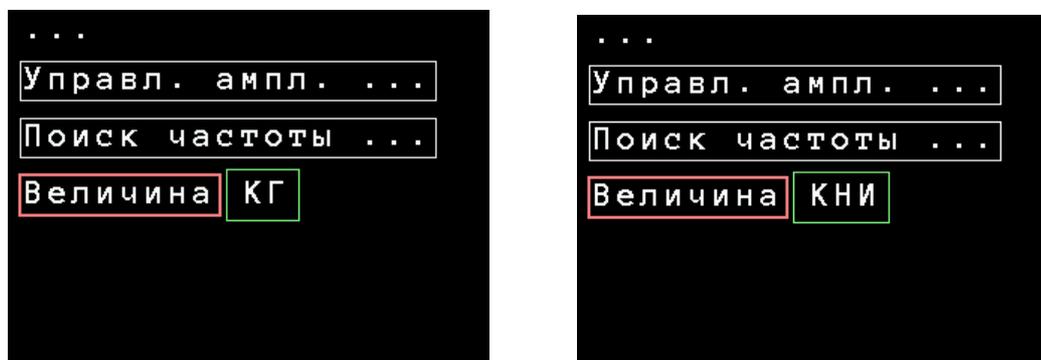


Рисунок 2.7. Подменю «Настройки изм. ...»

При этом коэффициент нелинейных искажений КНИ и коэффициент гармоник Кг, выраженные в абсолютных единицах, связаны между собой соотношением ( 1.5 ).

2.3.3.4 Подменю выбора режима управления пределами измерения амплитудных значений напряжения (рисунок 2.8) содержит два элемента:

- «Ручное» – при выборе данной настройки пределы измерения задаются пользователем вручную. Следует помнить, что в этом режиме могут быть (см. рисунок 2.9):

- перегрузка;
- неполное использование динамического диапазона (когда можно использовать более чувствительный верхний предел измерения, переключив на который можно получить лучшее использование динамического диапазона АЦП);
- корректное «попадание» в динамический диапазон;
- невозможность определения параметров сигнала (одна из причин – использование недопустимо грубого верхнего предела измерения).

- «Автоматическое» – при выборе этой настройки предел измерения выбирается автоматически на основе тестовых измерений в начале каждой серии измерений. Тестовые измерения осуществляются следующим образом: устанавливается самый грубый предел измерения, производится измерение, если найден синусоидальный сигнал, то определяется его амплитуда и на этом основании устанавливается необходимый предел измерения. Если сигнал не найден, устанавливается более чувствительный предел измерения и операция повторяется. Следует отметить, что при использовании ручного режима выбора предела измерения после включения прибора всегда устанавливается самый грубый предел, поэтому в начале измерений необходимо выбирать соответствующий предел. В процессе тестовых измерений будет отображаться сообщение об определении предела измерения (см. рисунок 2.10).

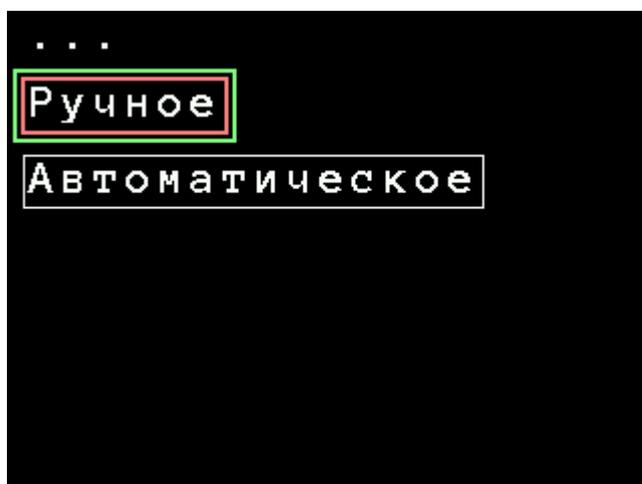


Рисунок 2.8. Подменю выбора режима управления пределами измерения

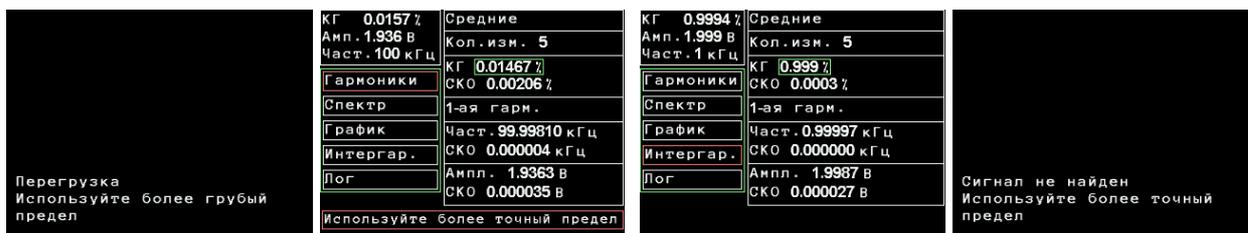


Рисунок 2.9. Разные сообщения при использовании ручного выбора предела измерения. Слева направо – перегрузка, неполное использование динамического диапазона АЦП, корректный выбор предела измерения, невозможность определения параметров сигнала

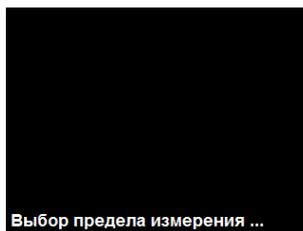


Рисунок 2.10. Сообщение об автоматическом определении предела измерения

2.3.3.5 Меню выбора режима поиска частоты основной гармоники (рисунок 2.11) содержит 4 элемента:

- «Автомат. выключен» – при выборе этой настройки автоматический поиск частоты будет выключен. Необходимо задавать частоту основной гармоники с помощью клавиши **F** клавиатуры СК6-220 (подробнее см. 2.3.4.5). При этом указанное значение частоты является начальным приближением и будет уточняться в пределах  $\pm 1\%$  в процессе обработки оцифрованных данных. Режим рекомендуется использовать в условиях наличия во входном сигнале смеси синусоидальных компонентов с большими амплитудами. Если сигнал частоты, которую мы принимаем за основную, имеет меньшую амплитуду, чем интергармонический, в автоматическом режиме невозможно определить его частоту, т.к. программа автоматически принимает за первую гармонику компонент большей амплитуды;

- «Част. диап. указан» – режим автоматического поиска в указанном частотном диапазоне (см. 2.3.3.2, подменю «Настройки ...»). В начале каждой серии измерений производится тестовое измерение с частотой дискретизации, соответствующей указанному частотному диапазону, вычисляется спектр оцифрованного сигнала и в нем выбирается составляющая с максимальной амплитудой, которая превышает 0,1 В на пределе измерения 2 В. Если сигнал найден, то измерения продолжаются с учетом определенной частоты основной гармоники. В противном случае измерения прерываются;

- «Автоматический» – режим автоматического поиска частоты основной гармоники. В этом режиме в начале каждой серии измерений производится тестовое измерение, вычисляется спектр оцифрованного сигнала, и в нем выбирается составляющая с максимальной амплитудой, которая превышает 0,1 В (на пределе 2 В). Если сигнал не найден, частота дискретизации уменьшается и проводится дополнительное измерение для поиска сигнала с небольшой частотой (10 – 1000 Гц). Данный режим рекомендуется использовать при достаточных уровнях входного сигнала (выше 0,5 В на пределе 2 В). На рисунке 2.12 показаны этапы поиска частоты в рассматриваемом режиме.

- «Автомат. с уточн.» – режим автоматического поиска частоты основной гармоники с уточнением. Аналогичен предыдущему режиму с дальнейшим уточнением частоты по оцифрованным данным. Т.к. процесс уточнения связан с итеративным оптимизационным процессом, то процедура определения частоты основной гармоники может занять большее время, чем в режиме «Автоматический». В течение процесса уточнения будет отображаться сообщение об уточнении частоты (см. рисунок 2.13). Данный режим рекомендуется использовать при небольших уровнях входного сигнала (ниже 0,5 В на пределе 2 В).

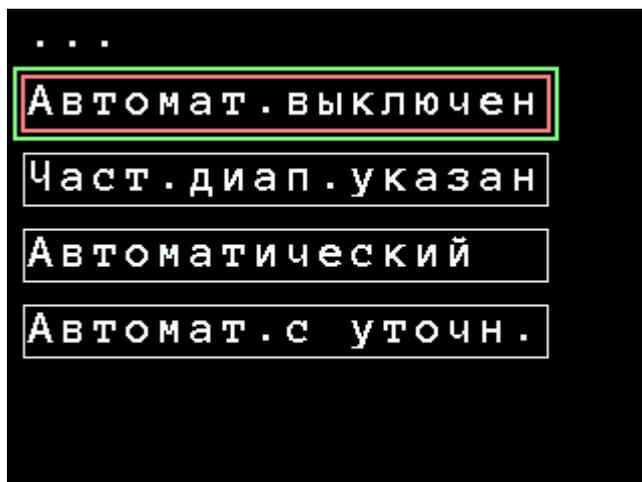


Рисунок 2.11. Меню выбора режима поиска частоты основной гармоники



Рисунок 2.12. Сообщения на различных этапах поиска частоты в режиме автоматического поиска частоты основной гармоники

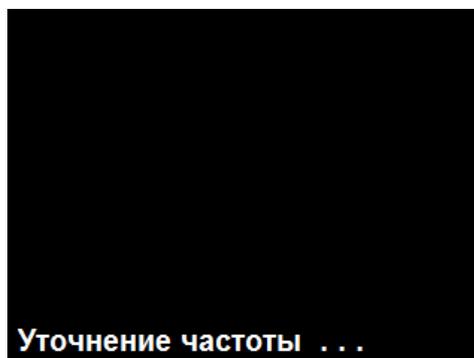


Рисунок 2.13. Сообщение об уточнении частоты в режиме автоматического поиска частоты с уточнением

2.3.4 Основные результаты измерений выводятся на дисплей в виде, представленном на рисунке 2.14а.

КГ 0.9994 %	Средние
Амп. 1.999 В	Кол. изм. 5
Част. 1 кГц	КГ 0.999 %
Гармоники	СКО 0.0003 %
Спектр	1-ая гарм.
График	Част. 0.99997 кГц
Интергар.	СКО 0.000000 кГц
Лог	Ампл. 1.9987 В
	СКО 0.000027 В

Рисунок 2.14а. Основные результаты измерений СК6-220

2.3.4.1 В окне основных результатов есть два поля для вывода текущих и средних значений измеряемых параметров.

В левой верхней части окна индицируются три параметра, полученные в последнем проведенном измерении в серии:

- «КГ» – коэффициент гармоник (в данном случае он равен 0,9994 %);
- «Амп.» – амплитуда основной гармоники (1,999 В);
- «Част.» – частота основной гармоники (1 кГц).

Параметры носят справочный характер и предназначены для контроля обнаруженного при текущем измерении сигнала. Число знаков после запятой ограничено.

В правой части окна индицируются средние значения параметров сигнала, причем эти значения обновляются после проведения каждого измерения (при числе измерений в серии больше единицы). Таким образом, есть возможность наблюдения за изменением средних значений и эволюцией значений СКО параметров по мере выполнения измерений в серии. Выводится следующая информация (сверху вниз, СКО – абсолютные значения):

- «Кол. изм.» – количество проведенных измерений на текущий момент;
- «КГ» – среднее значение коэффициента гармоник, %;
- «СКО» – СКО среднего значения коэффициента гармоник, %;
- «Част.» – среднее значение частоты основной гармоники;
- «СКО» – СКО среднего значения частоты основной гармоники;
- «Ампл.» – среднее значение амплитуды основной гармоники;
- «СКО» – СКО среднего значения амплитуды основной гармоники.

Если оператор выбрал режим вычисления и индикации коэффициента нелинейных искажений КНИ, окно основных результатов имеет вид, представленный на рисунках 2.14б или 2.14в. В левой верхней части окна индицируются те же три параметра, полученные в последнем проведенном измерении в серии, а в правой части окна – среднее значение коэффициента нелинейных искажений КНИ, %. На рисунке 2.14б показаны параметры периодического сигнала, очень близкого к гармоническому (при этом КГ и КНИ практически совпадают), на рисунке 2.14в представлены параметры сильно искаженного сигнала.

КГ	0.0101 %	Средние
Амп.	1.99 В	Кол. изм.
Част.	1 кГц	5
Гармоники		КНИ
Спектр		0.0101 %
График		1-ая гарм.
Интергар.		Част.
Лог		0.99997 кГц
		СКО
		0.000000 кГц
		Ампл.
		1.9901 В
		СКО
		0.000026 В

Рисунок 2.14б

Результаты измерений коэффициента гармоник с вычислением и индикацией коэффициента нелинейных искажений

КГ	99.9628 %	Средние
Амп.	1.13 В	Кол. изм.
Част.	1 кГц	5
Гармоники		КНИ
Спектр		70.6973 %
График		1-ая гарм.
Интергар.		Част.
Лог		1.00000 кГц
		СКО
		0.000000 кГц
		Ампл.
		1.1305 В
		СКО
		0.000015 В

Рисунок 2.14в

2.3.4.2 Для подробного просмотра параметров измерений, представленных в левой части окна, есть меню навигации по результатам измерений, которое позволяет переключаться между следующими режимами отображения:

- «Гармоники» – позволяет получить список до десятой гармоники включительно или до номера гармоники, частота которой не превышает 1,2 МГц. Подробнее см. рисунок 2.15 и описание к нему;

- «Спектр» – служит для просмотра спектра сигнала. Подробнее см. рисунок 2.16;

- «График» – позволяет просматривать форму сигнала во временной области. Подробнее см. рисунок 2.17;

- «Интергар.» – при выборе данного пункта будет произведен поиск и вычисление параметров интергармонических и субгармонических составляющих. Под интергармониками подразумеваются синусоидальные составляющие, частота которых лежит между частотами основной и высших гармоник, под субгармониками – синусоидальные составляющие с частотами ниже основной. Подробнее см. рисунок 2.18 и описание к нему;

- «Лог» – позволяет просматривать параметры, полученные в каждом измерении в серии (см. рисунок 2.20 и описание к нему).

2.3.4.3 Навигация по меню отображения результатов измерений осуществляется с помощью клавиш «Вверх» и «Вниз». Выбор соответствующего раздела производится клавишами «Вправо» или «Ввод», возвращение к главному окну вывода результатов измерений выполняется клавишами «Влево» или «Отмена». Ниже (рисунки 2.15 – 2.21) для иллюстрации приведены результаты измерения параметров сигнала с основной частотой 1 кГц.

На рисунке 2.15 показано окно со средними значениями параметров высших гармоник. Результаты представлены в виде таблицы из четырех колонок:

- 1-я колонка – номер гармоники;

- 2-я колонка – частота гармоники;

- 3-я колонка – амплитуда относительно основной гармоники, децибел;

- 4-я колонка – начальная фаза гармоники относительно основной, радиан, согласно

модели сигнала  $s(t) = \sum_{i=0}^{N_h} A_i \cos(2\pi f_i t + \varphi_i)$ , где  $N_h$  – число гармоник,  $A_i$  – амплитуда  $i$ -ой гармо-

ники,  $f_i$  – частота  $i$ -ой гармоники,  $\varphi_i$  – фаза  $i$ -ой гармоники.

#	Частота	Ампл .	Фаза
2	2.000 кГц	-40.006 дБ	-0.011
3	3.000 кГц	-108.678 дБ	8.432
4	4.000 кГц	-108.639 дБ	98.106
5	5.000 кГц	-107.747 дБ	9.838
6	6.000 кГц	-110.561 дБ	86.403
7	7.000 кГц	-102.486 дБ	209.311
8	8.000 кГц	-108.523 дБ	98.272
9	9.000 кГц	-99.867 дБ	19.328
10	10.000 кГц	-109.984 дБ	115.046

Рисунок 2.15. Таблица со средними параметрами высших гармоник

На рисунке 2.16 показано окно с результатами визуализации спектра сигнала. По оси абсцисс отложена частота в килогерцах, по оси ординат – значения амплитуды в децибелах относительно амплитуды основной гармоники.

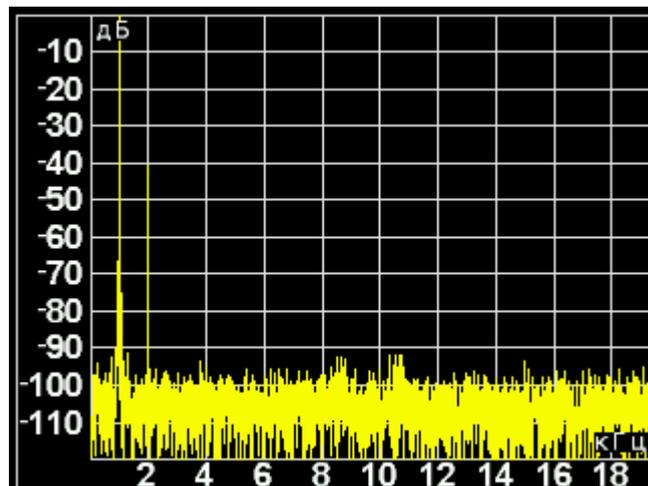


Рисунок 2.16 Спектр измеряемого сигнала

На рисунке 2.17 показан вид измеряемого сигнала во временной области. На графике отображается промежуток времени, равный пяти периодам сигнала с вычисленной частотой основной гармоники. По оси ординат отложены абсолютные значения напряжения в вольтах.

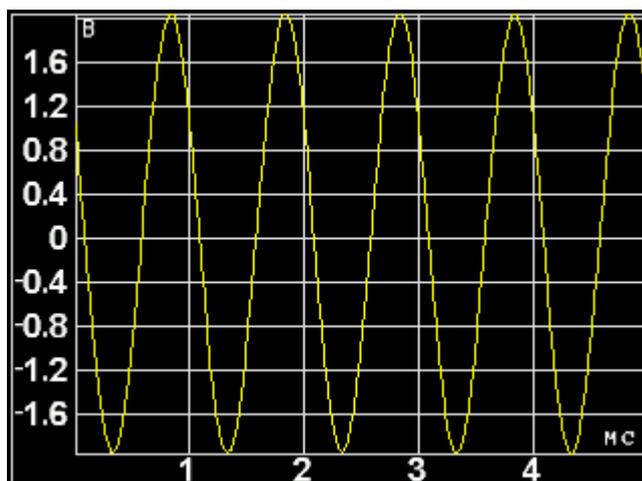


Рисунок 2.17. График сигнала во временной области

На рисунке 2.18 показан результат определения интергармонических составляющих измеряемого сигнала (в т.ч. и субгармоник). В верхней строчке указано число обнаруженных интергармоник. В левой части сформирован список частот, на которых обнаружены и выделены интергармонические составляющие. Навигация по списку осуществляется с помощью клавиш «Вверх» и «Вниз», при выборе соответствующей интергармоники автоматически обновляется информация в правой части окна, которая содержит следующие данные:

- номер интергармоники;
- амплитуду интергармоники в единицах напряжения и в децибелах (относительно амплитуды основной гармоники). Следует заметить, что погрешности как абсолютных, так и относительных измерений амплитуды интергармоники не нормируются;
- частоту интергармоники в герцах (килогерцах).

Интергармоники 28	
0.6036 кГц	Интергармоника # 1
0.7035 кГц	Амплитуда
0.8031 кГц	204.458 мкВ
0.9028 кГц	-86.091 дБ
1.203 кГц	Частота
1.304 кГц	0.60356 кГц
8.487 кГц	
8.587 кГц	
...	

Рисунок 2.18 Результат определения интергармонических составляющих

Имеется возможность визуализации части спектра сигнала, которая содержит текущую выбранную интергармонику (см. рисунок 2.19). Для переключения режимов визуализации параметров интергармоник следует использовать клавиши «Вправо», «Влево» или «Отмена». При этом часть спектра, которая соответствует выделенной интергармонике, подсвечивается красным цветом.

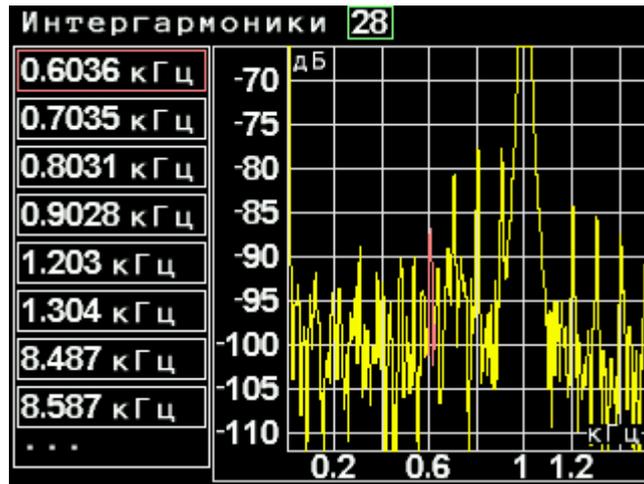


Рисунок 2.19. Визуализация части спектра с текущей выбранной интергармоникой

2.3.4.4 На рисунке 2.20 показано окна лога, в котором можно просматривать результаты каждого измерения в серии. В левой части окна расположен список всех измерений в серии. Навигация по списку производится с помощью кнопок «Вверх» и «Вниз». При этом правая часть с вычисленными параметрами сигнала обновляется автоматически.

Лог	
Изм. 1	Измерение 5
Изм. 2	КГ 0.99903 %
Изм. 3	1-ая гарм.
Изм. 4	Част. 0.99997 кГц
Изм. 5	Ампл. 1.9985 В
Изм. 6	
Изм. 7	
Изм. 8	
Изм. 9	
Изм. 10	

Рисунок 2.20 Окно лога

Измеритель обеспечивает возможность просмотра результатов определения текущих параметров высших гармоник при каждом измерении в серии (см. рисунок 2.21). Таблица с параметрами гармоник аналогична таблице, показанной на рисунке 2.15, и содержит 4 колонки с номером гармоники, ее частотой, относительной амплитудой и начальной фазой относительно основной гармоники.

Лог	Спектральный состав			
Изм. 1	#	Частота	Ампл.	Фаза
Изм. 2	2	2.000 кГц	-40.008 дБ	359.994
Изм. 3	3	3.000 кГц	-106.452 дБ	303.626
Изм. 4	4	4.000 кГц	-105.466 дБ	94.931
Изм. 5	5	5.000 кГц	-118.143 дБ	317.026
Изм. 6	6	6.000 кГц	-107.703 дБ	336.002
Изм. 7	7	7.000 кГц	-97.739 дБ	197.864
Изм. 8	8	8.000 кГц	-104.719 дБ	47.539
Изм. 9	9	9.000 кГц	-96.475 дБ	32.844
Изм. 10	10	10.000 кГц	-106.858 дБ	84.121

Рисунок 2.21. Просмотр текущих параметров высших гармоник

2.3.4.5 В режиме, когда автоматический поиск частоты основной гармоники выключен (см. 2.3.3.5, режим «Выключено»), частота основной гармоники задается вручную. Это делается с помощью клавиши **F** на передней панели СК6-220. После нажатия этой клавиши на экране отобразится окно ввода частоты (см. рисунок 2.22).

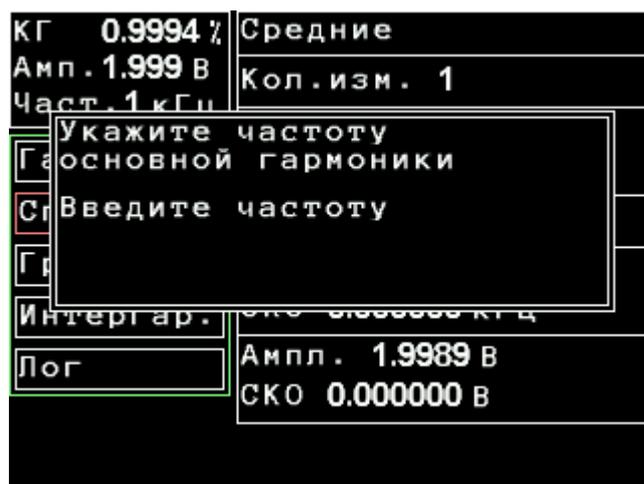


Рисунок 2.22. Окно ввода частоты основной гармоники

Ввод частоты производится с помощью клавиш «0» – «9» и «.», редактирование – с помощью клавиши **⌫** (см рисунок 2.23). Применение введенного значения частоты осуществляется с помощью клавиши **↵**, отмена введенного значения производится с помощью повторного нажатия клавиши **F**. Введенная частота будет отображаться в информационном окне при соответствующем выбранном режиме ввода частоты основной гармоники (см. рисунок 2.24).

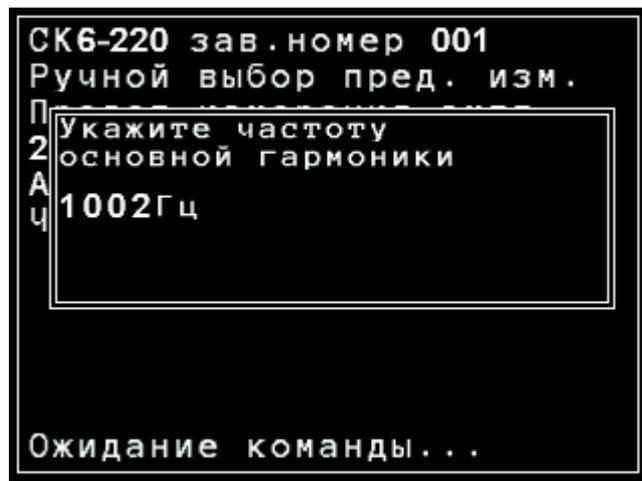


Рисунок 2.23. Ввод значения частоты основной гармоники в окне ввода частоты

Следует отметить, что в данном режиме значение введенной частоты основной гармоники является начальным приближением, его отклонение от фактического значения не должно превышать  $\pm 1\%$ . В процессе измерений и обработки оцифрованных данных это значение будет уточняться.

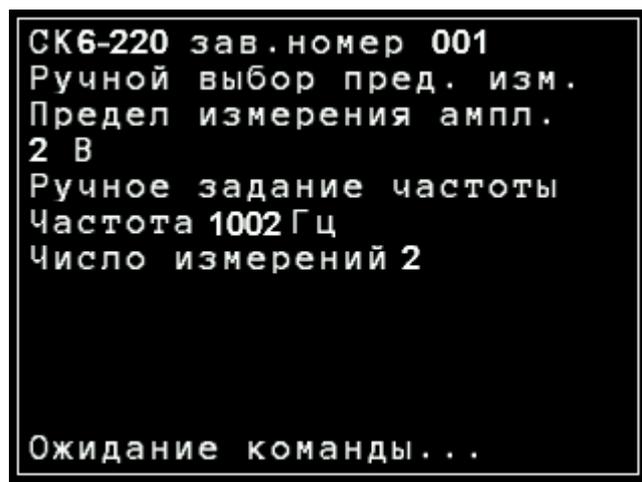


Рисунок 2.24. Результат ввода частоты основной гармоники

## 2.4 Подготовка к работе

2.4.1 Подключить СК6-220 к сети электропитания, включить его.

2.4.2 Подождать, пока будет выполнено самотестирование прибора. О его успешном завершении будет свидетельствовать появление главного окна на дисплее измерителя (рисунок 2.2).

## 2.5 Использование изделия

2.5.1 Измерения коэффициента гармоник, амплитудного значения и частоты первой гармоники и других параметров исследуемого радиотехнического сигнала выполнять, руководствуясь указаниями 2.3.

2.5.2 В ряде случаев, например, для обеспечения возможности дистанционного управления от внешнего компьютера, повышения точности измерений параметров сигнала, в т.ч.

интергармонических составляющих, сохранения данных удобно использовать измеритель коэффициента гармоник СК6-220 с внешним компьютером, для этого на компьютере следует установить программное обеспечение «Клиринг-КИ». Компакт-диск с ПО «Клиринг-КИ» (и его описанием) поставляется по отдельной заявке пользователя.

### **3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

#### **3.1 Общие указания**

3.1.1 Техническое обслуживание производится лицами, эксплуатирующими СК6-220, для обеспечения его исправности в течение всего срока службы.

3.1.2 Техническое обслуживание включает в себя:

- внешний осмотр прибора;
- удаление загрязнений;
- проверку работоспособности;
- периодические поверки.

#### **3.2 Порядок технического обслуживания**

3.2.1 Внешний осмотр прибора рекомендуется проводить перед каждым его включением.

3.2.2 Удаление загрязнений рекомендуется проводить не реже одного раза в 6 месяцев.

3.2.3 Проверка работоспособности (самотестирование) производится автоматически при каждом включении СК6-220.

3.2.4 Указания по поверке СК6-220 приведены в разделе 4 «Методика поверки».

### **4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

#### **4.1 Общие требования**

4.1.1 Поверку СК6-220 проводят юридические лица, аккредитованные в установленном порядке на право поверки данных средств измерений. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются действующими нормативными документами.

4.1.2 Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации СК6-220.

Первичную поверку проводят при выпуске СК6-220 из производства и после его ремонта. Периодическую поверку проводят при эксплуатации СК6-220, а также при его вводе в эксплуатацию, если срок хранения превысил установленный интервал между поверками.

4.1.3 Интервал между периодическими поверками составляет один год.

#### **4.2 Операции и средства поверки**

4.2.1 При проведении поверки должны выполняться операции по таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	4.5.1	Да	Да
Опробование	4.5.2	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения коэффициента гармоник	4.5.3	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения частоты первой гармоники	4.5.4	Да	Да
Определение диапазона и относительной погрешности измерения амплитуды первой гармоники	4.5.5	Да	Да
Оформление результатов поверки	4.6	Да	Да

4.2.2 При проведении поверки должны применяться эталоны и средства измерений, указанные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Перечень средств поверки измерителей СК6-220

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки; его основные метрологические и технические характеристики
4.5.3, 4.5.4, 4.5.5	Измеритель-калибратор коэффициента гармоник СК6-20А, аттестованный в качестве рабочего эталона 1 разряда единицы коэффициента гармоник в диапазоне от 0,001 до 100 % по ГОСТ Р 8.762-2011
4.5.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64. Погрешность установки частоты опорного генератора не более $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ за 12 мес.
4.5.5	Вольтметр универсальный В7-78/1. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm (0,09 - 0,9) \%$
4.5.3 – 4.5.5	Тройник СР-50-95ФВ

4.2.3 Применяемые при поверке эталоны и средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

4.2.4 При проведении поверки допускается использование других эталонов и средств измерений с метрологическими характеристиками не хуже указанных в таблице 4.2.

### 4.3 Требования безопасности

4.3.1 При поверке должны выполняться требования безопасности, изложенные в 2.2 и в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

#### 4.4 Условия проведения поверки и подготовка к ней

4.4.1 При поверке должны соблюдаться нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха ..... + (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха ..... от 30 до 80 %;
- атмосферное давление ..... от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети ..... (220 ± 4,4) В;
- частота питающей сети ..... (50 ± 0,5) Гц.

Перед проведением поверки необходимо выдержать СК6-220 во включенном состоянии не менее 30 мин.

4.4.2 Операции, проводимые со средствами поверки и с поверяемым СК6-220, должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

#### 4.5 Проведение поверки

##### 4.5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности СК6-220;
- наличие эксплуатационной документации;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу СК6-220.

Результаты поверки считают положительными, если: прибор поступил в поверку в комплекте с формуляром ТПКЛ.411167.011ФО; состав СК6-220 соответствует указанному в разделе 3 ТПКЛ.411167.011ФО; отсутствуют дефекты, влияющие на работу прибора.

##### 4.5.2 Опробование

При опробовании выполнить следующие операции:

- 1) включить СК6-220;
- 2) прочесть в подменю «О приборе ...» на дисплее измерителя контрольную сумму и сравнить ее с контрольной суммой, которая указана в формуляре ТПКЛ.411167.011ФО (раздел 5).

Результаты поверки считают положительными, если контрольная сумма, указанная в подменю «О приборе ...» на дисплее измерителя, и контрольная сумма, которая указана в формуляре прибора ТПКЛ.411167.011ФО, совпадают.

4.5.3 Для проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник Кг выполнить следующие операции:

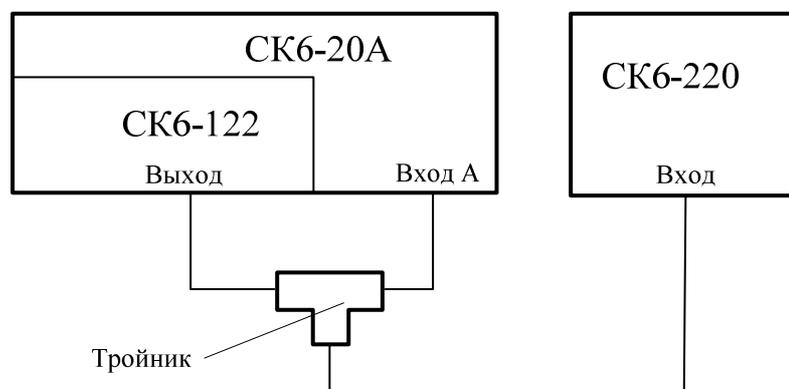


Рисунок 4.1

- 1) собрать схему, показанную на рисунке 4.1, включить все приборы и выдержать их во включенном состоянии не менее 30 мин.;
- 2) установить на измерителе следующие режимы: «Автовыбор пред. изм.», «Поиск частоты» – «Автоматический», «Число измерений» – 5;
- 3) установить на генераторе-калибраторе СК6-122 режим работы с внутренней нагрузкой и задать амплитудное значение напряжения первой гармоники 1 В;
- 4) установить на генераторе-калибраторе Кг, равный 0,001 %;
- 5) установить на генераторе-калибраторе частоту первой гармоники 10 Гц;
- 6) дождаться появления на дисплее среднего арифметического значения результатов измерений Кг, произвести его отсчет и измерить Кг эталонным измерителем СК6-20А;
- 7) вычислить абсолютную погрешность измерений Кг как разность между значениями, измеренными поверяемым измерителем и эталонным измерителем;
- 8) повторить операции 6) и 7) при следующих значениях коэффициента гармоник Кг: 0,003; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30; 100 %;
- 9) повторить операции 5) – 8) при значениях частоты первой гармоники 200 Гц и 1; 20; 100; 200 кГц;
- 10) установить на генераторе-калибраторе частоту и амплитудное значение напряжения первой гармоники, соответственно, 10 Гц и 0,2 В;
- 11) установить на генераторе-калибраторе Кг, равный 0,01 %;
- 12) повторить операции 6) и 7) при следующих значениях коэффициента гармоник Кг: 0,1; 1; 10; 100 %;
- 13) повторить операции 11) и 12) при значениях частоты первой гармоники 200 Гц и 1; 20; 100; 200 кГц;

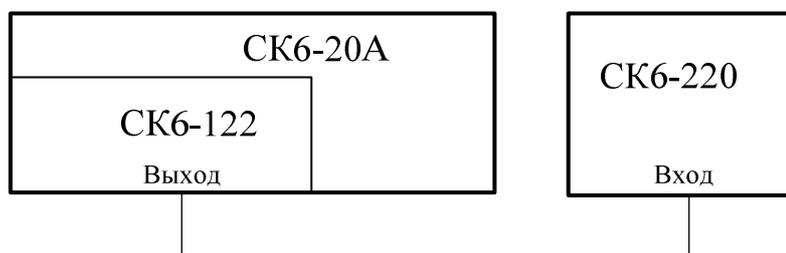


Рисунок 4.2

- 14) Выполнить соединения, показанные на рисунке 4.2;
- 15) установить на генераторе-калибраторе амплитудное значение напряжения первой гармоники 6 В;
- 16) повторить операции 4) и 5);
- 17) дождаться появления на дисплее среднего арифметического значения результатов измерений Кг, произвести его отсчет и вычислить абсолютную погрешность измерений как разность между измеренным значением Кг и значением Кг, установленным на калибраторе СК6-122;
- 18) устанавливать на генераторе-калибраторе значения коэффициента гармоник Кг 0,003; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30; 100 % и выполнять операции п. 17);
- 19) повторить операции 17) и 18) при значениях частоты первой гармоники 200 Гц; 1; 20; 100; 200 кГц;

Таблица 4.3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений Кг

Амплитуда первой гармоники U <sub>1</sub> , В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений Кг, %
0,2	$\pm (0,02 \cdot Kг + 0,025 \%)$
1	$\pm (0,01 \cdot Kг + 0,003 \%)$
6	$\pm (0,03 \cdot Kг + 0,005 \%)$

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений Кг находятся в пределах, приведенных в таблице 4.3, где Кг - результат измерений СК6-220.

4.5.4 Для определения абсолютной погрешности измерений частоты первой гармоники выполнить следующие операции:

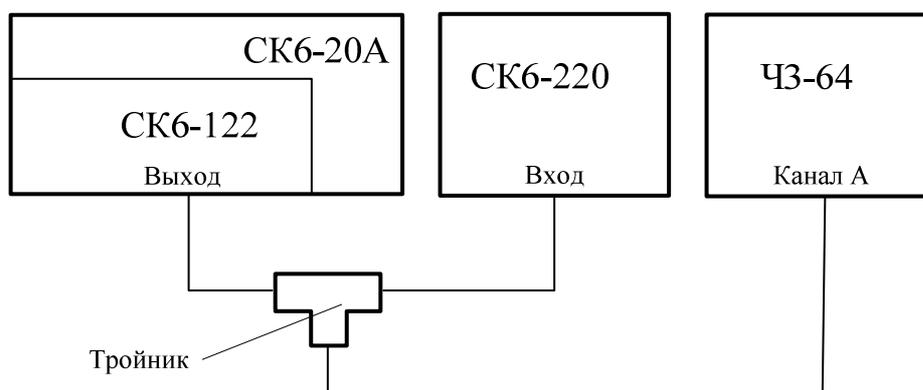


Рисунок 4.3

- 1) собрать схему, показанную на рисунке 4.3, включить все приборы и выдержать их во включенном состоянии не менее 30 мин.;
- 2) установить уровень выходного напряжения генератора-калибратора 1 В, коэффициент гармоник 0,001 %;
- 3) установить на измерителе следующие режимы: «Автовыбор пред.изм.», «Поиск частоты» – «Автоматический», «Число измерений» – 5;
- 4) установить частоту генератора-калибратора равной 10 Гц, дождаться появления на дисплее среднего арифметического значения результатов пяти измерений частоты первой гармоники, произвести его отсчет и измерить частоту частотомером;
- 5) повторить операции 4) при частоте генератора-калибратора 100 Гц; 10, 100, 1200 кГц;
- 6) для всех проверяемых точек определить абсолютную погрешность измерений частоты первой гармоники, вычисляя разность между результатом измерений частоты поверяемым прибором и показаниями частотомера ЧЗ-64.

Таблица 4.4 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты

Измеряемая частота	10 Гц	100 Гц	10 кГц	100 кГц	1200 кГц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	$\pm 0,012$	$\pm 0,03$	$\pm 2,01$	$\pm 20,0$	$\pm 240$

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений частоты находятся в пределах, приведенных в таблице 4.4.

4.5.5 Для определения относительной погрешности измерений амплитуды первой гармоники выполнить следующие операции:

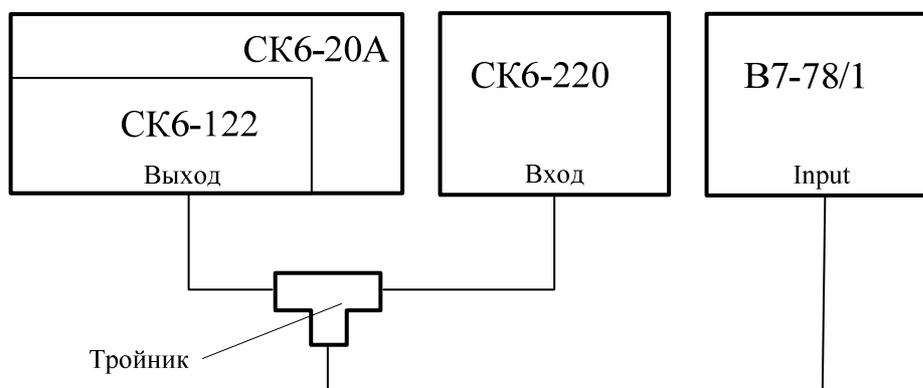


Рисунок 4.4

1) собрать схему, показанную на рисунке 4.4, включить все приборы и выдержать их во включенном состоянии не менее 30 мин.;

2) установить на измерителе следующие режимы: «Ручной выбор пред.изм.», «Поиск частоты» – «Автомат. выключен», «Число измерений – 5»;

3) установить на генераторе-калибраторе режим работы с внутренней нагрузкой, коэффициент гармоник 0,001 % и частоту 10 Гц;

4) установить на поверяемом измерителе верхний предел измерения 2 В;

5) установить на генераторе-калибраторе амплитудное значение выходного напряжения 0,05 В;

6) дождаться появления на дисплее среднего арифметического значения результатов измерений амплитуды гармонического сигнала и произвести его отсчет;

7) измерить напряжение вольтметром В7-78/1 и вычислить относительную погрешность измерений амплитуды  $\delta_A$  по формуле (4.1):

$$\delta_A = [(U_{СК6-220} - 1,414 \cdot U_{В7-78}) / U_{В7-78}] \cdot 100 \%, \quad (4.1)$$

где  $U_{В7-78}$  и  $U_{СК6-220}$  – результаты измерений вольтметром В7-78/1 и поверяемым прибором СК6-220 соответственно;

8) последовательно устанавливая на генераторе-калибраторе амплитудные значения выходного напряжения 0,5 и 2 В, повторить операции 6) и 7);

9) установить на генераторе-калибраторе амплитудное значение выходного напряжения 4,5 В, установить на поверяемом измерителе верхний предел измерения 4,5 В и повторить операции 6) и 7);

10) установить на генераторе-калибраторе амплитудное значение выходного напряжения 8,5 В, установить на поверяемом измерителе верхний предел измерения 10 В и повторить операции 6) и 7);

11) установить на генераторе-калибраторе амплитудное значение выходного напряжения 10 В и повторять операции 6) и 7), последовательно устанавливая на поверяемом измерителе верхние пределы измерения 24 В; 50 В;

- 12) повторить операции 4) – 11) при частотах гармонического сигнала, вырабатываемого генератором-калибратором, 2 и 20 кГц;
- 13) отключить от поверяемого измерителя вольтметр В7-78/1;
- 14) установить на генераторе-калибраторе частоту гармонического сигнала 100 кГц, амплитудное значение выходного напряжения 0,05 В;
- 15) установить на поверяемом измерителе верхний предел измерения 2 В;
- 16) произвести отсчет показаний поверяемого измерителя;
- 17) вычислить относительную погрешность измерений амплитуды  $\delta_A$  по формуле:

$$\delta_A = [(U_{СК6-220} - U_{СК6-122})/U_{СК6-122}] \cdot 100 \%, \quad (4.2)$$

где  $U_{СК6-122}$  и  $U_{СК6-220}$  – значения амплитуды сигнала, воспроизводимого СК6-122 и измеренного поверяемым прибором СК6-220 соответственно;

18) повторить операции 14) – 17), последовательно устанавливая выходное напряжение генератора-калибратора 0,51 и 2 В (на пределе измерений поверяемого измерителя 2 В), 4,5 В (на пределе измерений поверяемого измерителя 4,5 В), 10 В (на пределах измерений поверяемого измерителя 10 В, 24 В, 50 В);

19) повторить операции 14) – 18) при частоте гармонического сигнала 200 кГц.

Таблица 4.5 – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуды

Диапазон частот	От 10 Гц до 20 кГц	Выше 20 кГц до 200кГц
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуды первой гармоники, %	$\pm 1,0$	$\pm 3,0$

Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности измерений амплитуды первой гармоники не выходят за пределы, указанные в таблице 4.5.

#### 4.6 Оформление результатов поверки

4.6.1 Положительные результаты поверки СК6-220 оформляют в соответствии с действующими нормативными документами.

4.6.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности СК6-220, и применение его не допускается.

4.6.3 Протоколы по результатам поверки оформляют в произвольной форме.

4.6.4 О проведении поверки делается запись в разделе 7 ТПКЛ.411167.011ФО.

### 5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

5.1 Текущий ремонт СК6-220 заключается в восстановлении поврежденных кабелей и разъёма. Узлы СК6-220 не ремонтпригодны и в случае выхода из строя подлежат замене на предприятии-изготовителе.

## **6 ХРАНЕНИЕ**

### **6.1 Условия хранения измерителя СК6-220:**

- в упаковке предприятия-изготовителя (футляре – водонепроницаемом ударопрочном кейсе) – 3 (ЖЗ) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от минус 50 до + 50 °С и относительной влажности до 98 % при + 35 °С;

- без упаковки предприятия-изготовителя (футляра – водонепроницаемого ударопрочного кейса) – 1 (Л) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от + 5 до + 40 °С и относительной влажности до 80 % при + 25 °С.

6.2 В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Место хранения должно исключать попадание на СК6-220 прямого солнечного света.

## **7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

7.1 Измеритель СК6-220 в упаковке предприятия-изготовителя может транспортироваться всеми видами транспорта на любые расстояния:

- перевозка по железной дороге должна производиться в крытых чистых вагонах;

- при перевозке открытым автотранспортом ящики должны быть накрыты водонепроницаемым материалом;

- при перевозке воздушным транспортом ящики должны быть размещены в герметичном отапливаемом отсеке;

- при перевозке водным и морским транспортом ящики должны быть размещены в трюме.

7.2 Размещение и крепление ящиков на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

7.3 При погрузке и выгрузке должны соблюдаться требования надписей, указанных на транспортной таре.

7.4 Условия транспортирования в упаковке предприятия-изготовителя (футляре – водонепроницаемом ударопрочном кейсе):

- температура окружающего воздуха от минус 50 до + 50 °С;

- относительная влажность до 98 % при температуре + 35 °С;

- транспортная тряска с ускорением не более 30 м/с<sup>2</sup> и числом ударов 80 – 120 в мин.

