

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

«НИЖЕГОРОДСКИЙ ЗАВОД имени М.В.ФРУНЗЕ»

603950, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 174

ОКП 66 8413

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
ФГУ «Нижегородский ЦСМ»


И.И. Решетник

2010 г.

(В части раздела «Проверка прибора»)



УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер ФГУ «ЦСМ»


В.В. Кобаленко



ИЗМЕРИТЕЛЬ МОДУЛЯЦИИ

СКЗ-49

Руководство по эксплуатации

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Содержание

1	Нормативные ссылки.....	5
2	Определения, обозначения и сокращения.....	6
3	Требования безопасности.....	8
4	Описание прибора и принципов его работы.....	9
4.1	Назначение.....	9
4.2	Условия окружающей среды.....	12
4.3	Состав прибора.....	12
4.4	Технические характеристики.....	15
4.5	Устройство и работа прибора.....	24
5	Подготовка прибора к работе.....	44
5.1	Эксплуатационные ограничения.....	44
5.2	Распаковывание и повторное упаковывание.....	44
5.3	Порядок ввода в эксплуатацию прибора.....	46
5.4	Подготовка к работе.....	47
6	Порядок работы.....	48
6.1	Меры безопасности при работе с прибором.....	48
6.2	Расположение органов управления и подключения прибора.....	48
6.3	Описание программного интерфейса.....	53
6.4	Подготовка к проведению измерений.....	61

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ИЛГШ.411166.001 РЭ		
Измеритель модуляции СКЗ-49	Лит.	Лист
Руководство по эксплуатации	0	2
		Листов 117

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мартынов	<i>Мартынов</i>	04.03.10
Провер.		Ильинский	<i>Ильинский</i>	04.03.10
МЕТР. ЖЕ		Балашова	<i>Балашова</i>	14.03.10
Н.контр.		Скворцов	<i>Скворцов</i>	04.03.10
Утвер.		Скворцов	<i>Скворцов</i>	04.03.10

6.5	Настройка прибора в процессе проведения измерений.....	63
6.6	Режимы калибровки.....	67
6.7	Проведение измерений.....	69
6.8	Работа прибора в составе автоматизированной измерительной системы.....	72
6.9	Режим диагностики прибора	73
6.10	Идентификация программного обеспечения.....	74
7	Поверка прибора.....	75
7.1	Общие сведения.....	75
7.2	Операции и средства поверки.....	75
7.3	Организация рабочего места.....	80
7.4	Требования безопасности.....	80
7.5	Условия поверки.....	80
7.6	Подготовка к поверке.....	81
7.7	Проведение поверки прибора.....	81
7.8	Оформление результатов поверки.....	100
8	Техническое обслуживание.....	101
9	Текущий ремонт.....	102
10	Хранение.....	103
11	Транспортирование.....	104
12	Тара и упаковка.....	105
13	Маркирование и пломбирование.....	106
	Приложение А	
	Методика проверки делителя напряжения ИЛГШ.434821.010.....	107
	Приложение Б	
	Сетевые пакеты и команды внешнего управления прибором.....	109

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						3

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения правил работы с измерителем модуляции СКЗ-49 при проведении измерений и его поверки.

Состав эксплуатационной документации, поставляемой с измерителем модуляции СКЗ-49:

- руководство по эксплуатации ИЛГШ.411166.001 РЭ;
- формуляр ИЛГШ.411166.001 ФО.

Уровень подготовки обслуживающего персонала – не ниже среднетехнического.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1 Нормативные ссылки

1.1 В руководстве по эксплуатации использованы ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ 22261-94 Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ Р 51522-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 52319-2005 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования.

ПР50.2.006-94 ГСИ. Поверка средств измерения. Организация и порядок проведения.

Примечание - При пользовании настоящим РЭ целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Инв. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
	5					5

2 Определения, обозначения и сокращения

2.1 В руководстве по эксплуатации применяют следующие сокращения:

АМ – амплитудная модуляция;

АД – амплитудный детектор;

АИС – автоматизированная измерительная система;

АРУ – автоматическая регулировка усиления;

АТТ – аттенюатор;

АПЧ – автоматическая подстройка частоты;

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;

ВЧ – высокая частота;

ВЧФ – высокочастотный фильтр;

ГЕН – генератор;

ГУН – генератор, управляемый напряжением;

ДЕТ – детектор;

ДН – делитель напряжения;

ДЧ – делитель частоты;

ЖКИ – жидкокристаллический индикатор;

ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности;

ИНТ – интегратор усиления;

КАМ – коэффициент амплитудной модуляции;

КС – контрольная сумма;

КЦИ – конец цикла измерения;

МК – микроконтроллер;

МШИ – малошумящий режим измерений;

НИР – научно-исследовательская работа;

НЧ – низкая частота;

ОГ – опорный генератор;

ОКР – опытно-конструкторская работа;

ОС – операционная система;

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

6

ПИК – пиковое значение;
 ПО – программное обеспечение;
 ПК – персональный компьютер;
 ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема;
 ПФ – полосовой фильтр;
 ПЧ – промежуточная частота;
 РЭ – руководство по эксплуатации;
 РФ – режекторный фильтр;
 СКЗ – среднеквадратическое значение;
 СМ – смеситель;
 СЧ – синтезатор частоты;
 ТИ – тактовые импульсы;
 ТУ – технические условия;
 УУ – устройство управления;
 УО – усилитель-ограничитель;
 УС – усилитель;
 УПЧ – усилитель промежуточной частоты;
 ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты;
 ФИ – формирователь импульсов;
 ФМ – фазовая модуляция;
 ФНЧ – фильтр нижних частот;
 ФВЧ – фильтр верхних частот;
 ФО – формуляр;
 ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;
 ЧД – частотный детектор;
 ЧМ – частотная модуляция;
 ЭК – электронный коммутатор.

Инь.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инь.№ дубл.	Подп. и дата
Инь.№ подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						7

3 Требования безопасности

3.1 По требованию безопасности прибор соответствует нормам ГОСТ Р 52319, степень загрязнения 2, категория измерений 1.

Подсоединение прибора к питающей сети должно осуществляться шнуром соединительным из комплекта ЗИП прибора, обеспечивающим автоматическое соединение корпуса прибора с шиной защитного заземления питающей сети.

3.2 Перед началом работы с прибором необходимо изучить руководство по эксплуатации.

3.3 При использовании прибора совместно с другими приборами необходимо заземлить все приборы. Следует проверить надежность защитного заземления. Заземление производить раньше других присоединений, отсоединение заземления – после всех отсоединений.

3.4 При работе с открытыми крышками прибора (при ремонте) нельзя допускать соприкосновения с токонесущими элементами, так как в приборе имеется переменное напряжение 220 В.

Под напряжением 220 В относительно корпуса находятся следующие элементы: контакты сетевой вилки, сетевого фильтра, сетевого выключателя, клеммы блока питания.

Ремонтировать прибор могут лица, имеющие допуск к работе с напряжением до 1000 В.

Доступ к элементам прибора разрешается только при отключенном шнуре питания и не ранее, чем через пять минут после выключения питания.

Подп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв.№	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

8

4 Описание прибора и принципов его работы

4.1 Назначение

4.1.1 Измеритель модуляции СКЗ-49 ИЛГШ.411166.001 ТУ предназначен для измерения следующих параметров:

- пикового и среднеквадратического значений коэффициента амплитудной модуляции;
- пикового и среднеквадратического значений девиации частоты;
- пикового значения девиации фазы;
- среднеквадратического значения входного напряжения;
- частоты входного сигнала;
- частоты модулирующего сигнала;
- коэффициента гармоник модулирующего сигнала.

Измеритель модуляции предназначен для настройки и контроля аппаратуры средств связи при серийном производстве и эксплуатации, для проверки и аттестации измерительных генераторов по модуляционным параметрам: погрешности установки коэффициента АМ и девиации частоты, нелинейным искажениям амплитудной модуляции и частотной модуляции.

Прибор может быть использован для создания измерительных комплексов, а также для разработки, регулировки различных радиотехнических устройств в условиях лабораторий, цехов, ремонтных и поверочных органов.

Измеритель модуляции СКЗ-49 соответствует требованиям ГОСТ 22261.

По условиям эксплуатации измеритель модуляции СКЗ-49 относится к группе 3 ГОСТ 22261 с пределом рабочих температур окружающей среды от плюс 5 до плюс 40 °С.

Внешний вид измерителя модуляции СКЗ-49 показан на рисунке 4.1.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
9

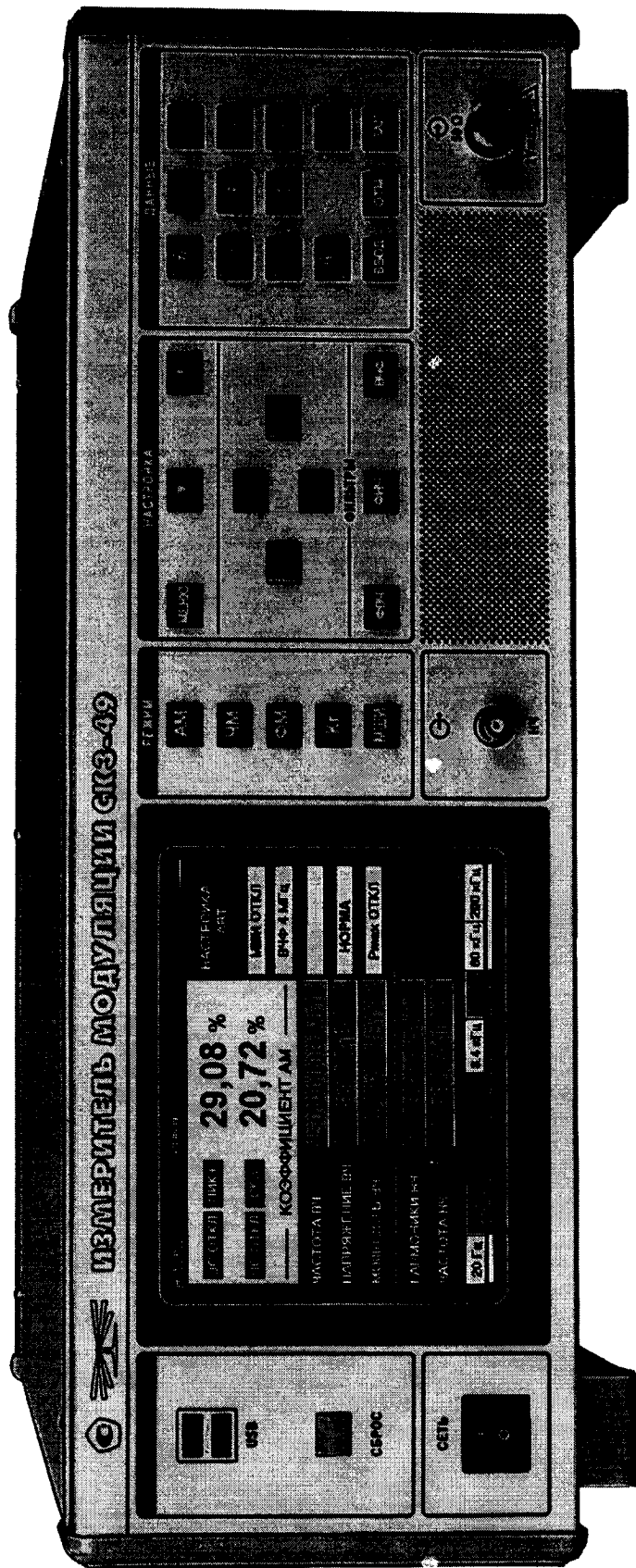


Рисунок 4.1 - Внешний вид измерителя модуляции SK3-49

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

4.1.2 Сведения о сертификации измерителя модуляции

Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ74.Н05892 выдан Органом по сертификации «Нижегородсертифика» ООО «Нижегородский центр сертификации» (рег. № РОСС RU.0001.10АЯ74).

Сертификат соответствия действителен до «25» апреля 2013 г.

Свидетельство об утверждении типа средств измерений № _____ действительно до «__» _____ 20__ г.

Регистрационный № _____ в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

4.1.3 Основные области применения:

- регламентные работы по ремонту, контролю, поверке аппаратуры средств связи, радиоизмерительных приборов и радиотехнических средств в лабораторных условиях;
- приемо-сдаточные испытания при выпуске радиоаппаратуры в цеховых условиях;
- использование в НИР и ОКР при создании образцов новой техники в лабораторных условиях.

Измеритель модуляции СКЗ-49 может использоваться в режиме ручного управления и в автоматизированных измерительных системах (АИС) по интерфейсу RS-232.

4.1.4 Нормальные и рабочие условия применения

4.1.4.1 Нормальные условия применения:

температура окружающего воздуха, °С.....20±5
относительная влажность окружающего воздуха, %.....от 30 до 80
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).....84-106 (630-795)
напряжение питающей сети, В.....220±4,4
частота промышленной сети по ГОСТ 13109, Гц.....50±0,5.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

4.1.4.2 Рабочие условия применения:

температура окружающего воздуха, °С.....от 5 до 40
относительная влажность окружающего воздуха при 25 °С, %.....до 90
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).....70-106,7 (537-800)
напряжение питающей сети, В.....220±22
частота промышленной сети по ГОСТ 13109, Гц.....50±0,5.

4.2 Условия окружающей среды

4.2.1 По устойчивости и прочности к воздействию механических факторов прибор соответствует требованиям, установленным для приборов группы 3 ГОСТ 22261.

4.2.2 По устойчивости и прочности к воздействию климатических факторов прибор соответствует требованиям, установленным для приборов группы 3 ГОСТ 22261 с пределом рабочих температур окружающей среды от плюс 5 до плюс 40 °С и пределами температур окружающей среды при транспортировании от минус 25 до плюс 55 °С.

4.2.3 По требованиям электромагнитной совместимости прибор соответствует классу А ГОСТ Р 51522.

ВНИМАНИЕ! ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИБОРА В ЖИЛЫХ, КОММЕРЧЕСКИХ ЗОНАХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗОНАХ С МАЛЫМ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ И ПОДКЛЮЧЕНИИ К НИЗКОВОЛЬТНЫМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ ПРИБОР МОЖЕТ НАРУШАТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ДРУГИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЗДАВАЕМЫХ ИМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РАДИОПОМЕХ. В ЭТОМ СЛУЧАЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ОБЯЗАН ПРЕДПРИНЯТЬ АДЕКВАТНЫЕ МЕРЫ.

4.3 Состав прибора

4.3.1 Состав комплекта прибора приведен в таблице 4.1.

Запасное имущество прибора показано на рисунке 4.2.

Ив.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
12

Таблица 4.1 – Состав комплекта поставки прибора

Наименование, тип	Обозначение	Количество, шт.	Примечание
1 Измеритель модуляции СКЗ-49	ИЛГШ.411166.001	1	
2 Комплект комбинированный в упаковке, содержащий:	ИЛГШ.411918.010	1	
- ящик укладочный	ИЛГШ.321454.011	1	Для ЗИП
- переход коаксиальный	ЯНТИ.434541.002	1	Для поверки
- переход коаксиальный Э2-114/3	ЕЭ2.236.472-01	1	Для работы и поверки
- переход коаксиальный Э2-111/3	ЕЭ2.236.147	1	Для поверки
- делитель напряжения	ИЛГШ.434821.010	1	Для поверки
- аттенуатор проходной 30 дБ	ИЛГШ.434821.009	1	Для работы (поставляется по отдельному заказу)
- вставки плавкие ВП2Б-1В-3,15 А 250 В	ОЮ0.481.005 ТУ	4	Для ремонта
- кабель соединительный ВЧ	ЯНТИ.685671.002	2	Для работы и поверки
- кабель соединительный ВЧ	ЯНТИ.685671.019-09	2	Для работы и поверки
- шнур сетевого питания	2313/3365H05W-3G0,75SV2M	1	каталог ELFA ф. Varelac
3 Эксплуатационная документация:			
- руководство по эксплуатации	ИЛГШ.411166.001 РЭ	1	
- формуляр	ИЛГШ.411166.001 ФО	1	
4 Ящик укладочно-транспортный	ИЛГШ.324229.005	1	
5 Упаковка	ИЛГШ.411915.202	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

13

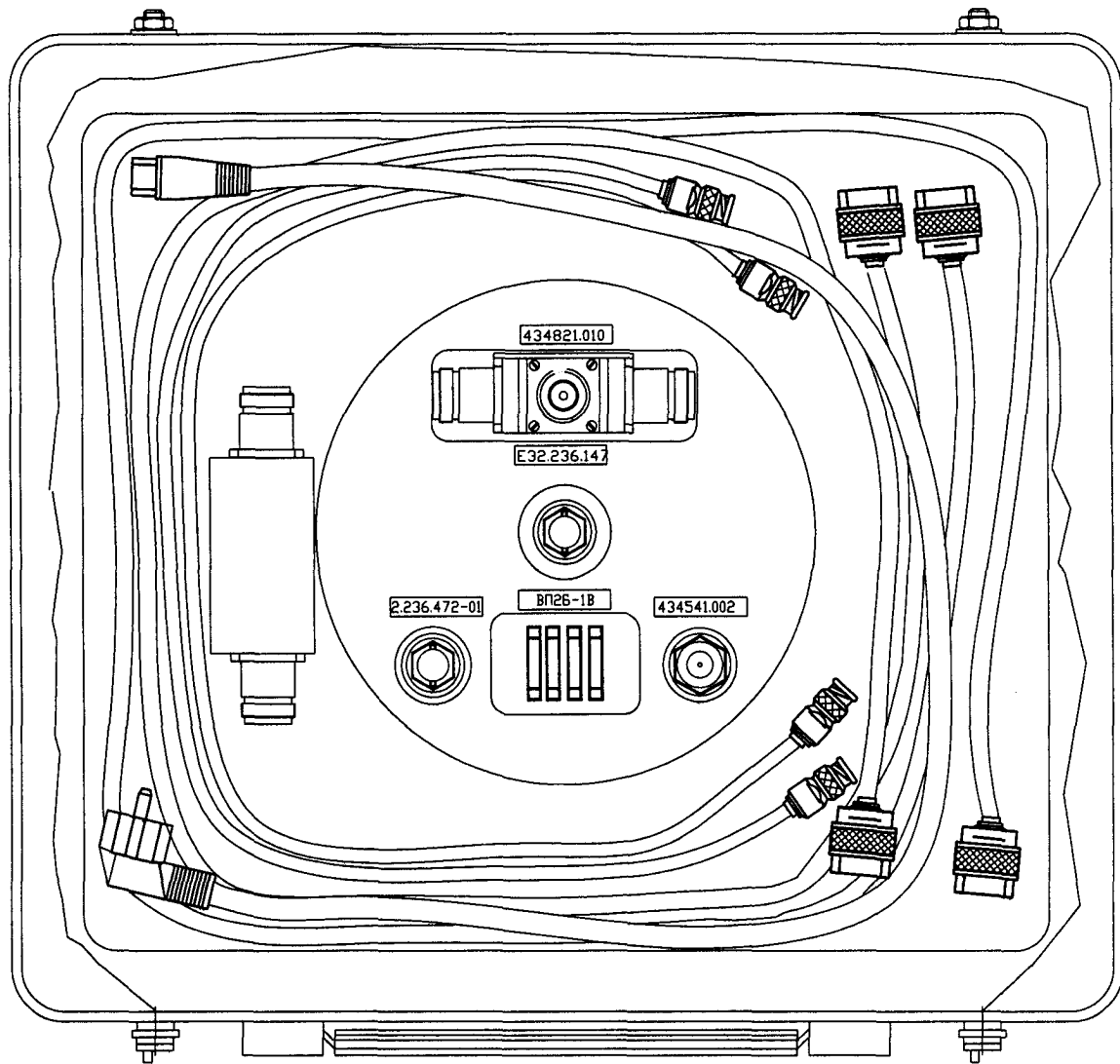


Рисунок 4.2 – Запасное имущество комплекта комбинированного в упаковке

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

14

4.4 Технические характеристики

4.4.1 Гарантированными считают технические характеристики, приводимые с допусками или предельными значениями. Значения величин без допусков являются справочными.

4.4.2 Диапазон несущих частот входного сигнала измерителя модуляции от 0,1 до 2499 МГц в режиме «ЧМ», от 0,1 до 500 МГц в режиме «АМ» и от 5 до 2499 МГц в режиме «ФМ».

4.4.3 Диапазон среднеквадратических значений входного напряжения при измерении модуляционных параметров:

- от 0,05 до 1 В в диапазоне частот от 0,1 до 500 МГц;
- от 0,07 до 1 В в диапазоне частот св. 500 до 1000 МГц;
- от 0,1 до 1 В в диапазоне частот св. 1000 до 2499 МГц.

4.4.4 Диапазон модулирующих частот в режиме «ЧМ» составляет:

- от 0,02 до 200 кГц в диапазоне несущих частот от 4 до 2499 МГц при измерении среднеквадратических значений девиации частоты;
- от 0,02 до 60 кГц в диапазоне несущих частот от 4 до 2499 МГц при измерении пиковых значений девиации частоты;
- от 0,02 до $0,02 \cdot f$ кГц, но не более 20 кГц, в диапазоне несущих частот от 0,1 до 4 МГц при измерении пиковых и среднеквадратических значений девиации частоты, где f - несущая частота входного сигнала, кГц.

4.4.5 Диапазоны измерения пиковых и среднеквадратических значений девиации частоты, в зависимости от значений несущих частот, соответствуют таблице 4.2.

Таблица 4.2

Диапазон несущих частот, МГц	Диапазон измерения пиковых значений девиации частоты, кГц	Диапазон измерения среднеквадратических значений девиации частоты, кГц
от 0,1 до 4 включ.	от 0,1 до 10	от 0,005 до 10
св. 4 до 10 включ.	от 0,1 до 500	от 0,005 до 200
св. 10 до 2499 включ.	от 0,1 до 1000	от 0,005 до 500

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
15

4.4.6 Пределы допускаемой погрешности измерения пикового значения девиации частоты

в нормальных условиях применения приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Девиация частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Пределы допускаемой погрешности, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 0,1 до 500 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,08 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 0,09 до 0,4 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,02 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 0,4 до 6 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,01 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 6 до 20 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,02 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-60
	св. 20 до 60 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,03 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-200
св 500 до 1000 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,08 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 0,09 до 0,4 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,03 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 0,4 до 6 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,02 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 6 до 20 включ.	$\Delta(\Delta f_n) = \pm (0,03 \cdot \Delta f_n + 3 \cdot \Delta f_{ш})$	0,02-60
	св. 20 до 60 включ.		0,02-200

$\Delta(\Delta f_n)$ - пределы допускаемой погрешности измерения пикового значения девиации частоты, кГц;

Δf_n - пиковое значение девиации частоты, кГц;

$\Delta f_{ш}$ - среднеквадратическое значение частотного шума и фона, вносимое прибором, кГц.

4.4.7 Пределы допускаемой погрешности измерения среднеквадратического значения девиации частоты в нормальных условиях применения приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Девиация частоты, кГц	Диапазон модулирующих частот, кГц	Пределы допускаемой погрешности, кГц	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 0,005 до 0,1 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,08 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-3,4
	св. 0,09 до 1 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,05 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-3,4
	св. 1 до 6 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,03 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-20
св. 0,1 до 500 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,08 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 0,09 до 0,4 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,05 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 0,4 до 6 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,03 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-20
	св. 6 до 20 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,05 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-60
	св. 20 до 60 включ.		0,02-200
св. 60 до 200 включ.	$\Delta(\Delta f_{скз}) = \pm (0,1 \cdot \Delta f_{скз} + \Delta f_{ш})$	0,02-200	

$\Delta(\Delta f_{скз})$ - пределы допускаемой погрешности измерения среднеквадратического значения девиации частоты, кГц;

$\Delta f_{скз}$ - среднеквадратическое значение девиации частоты, кГц;

$\Delta f_{ш}$ - среднеквадратическое значение частотного шума и фона, вносимое прибором, кГц.

Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ					Лист 16

4.4.8 Среднеквадратическое значение частотного шума и фона, вносимое прибором в режиме «малошумящих» измерений (МШИ), не превышает значений, приведенных в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Несущая частот, МГц	Полоса фильтра НЧ, кГц	Частотный шум и фон, Гц
св. 4 до 2499	0,3 - 3,4	$\Delta f_{ш} = 1 \cdot 10^{-8} \cdot f + 1 \text{ Гц}$
	0,02 - 20	$\Delta f_{ш} = 4 \cdot 10^{-8} \cdot f + 2 \text{ Гц}$
	0,02 - 60	$\Delta f_{ш} = 1 \cdot 10^{-7} \cdot f + 20 \text{ Гц}$
	0,02 - 200	$\Delta f_{ш} = 2,5 \cdot 10^{-7} \cdot f + 50 \text{ Гц}$
от 0,1 до 4	0,3 - 3,4	$\Delta f_{ш} = 5 \cdot 10^{-7} \cdot f + 0,5 \text{ Гц}$
от 1 до 4	0,02 - 20	$\Delta f_{ш} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot f + 1 \text{ Гц}$

$\Delta f_{ш}$ - среднеквадратическое значение частотного шума и фона, вносимое прибором, Гц;
 f - несущая частота входного сигнала, Гц.

4.4.9 Коэффициент гармоник ЧМ сигналов, вносимый измерителем модуляции, не превышает значений, приведенных в таблице 4.6.

Таблица 4.6

Диапазон модулирующих частот, кГц	Девияция частоты, кГц	Коэффициент гармоник, %
от 0,02 до 0,09 включ.	300	$\leq 0,2$
	1000	$\leq 0,5$
св. 0,09 до 6 включ.	300	$\leq 0,15$
	1000	$\leq 0,3$
св. 6 до 20 включ.	300	$\leq 0,2$
	1000	$\leq 0,5$
св. 20 до 60 включ.	300	$\leq 0,5$
	1000	$\leq 1,5$

4.4.10 Коэффициент преобразования частотной модуляции в амплитудную в диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 20 кГц и девиациях частоты до 200 кГц не превышает 0,02 % на 1 кГц девиации частоты.

Инв.№ подл.	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
Инв.№ подл.	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата		17
Инв.№ подл.	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата		
Инв.№ подл.	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

4.4.11 Диапазон модулирующих частот в режиме «АМ» составляет:

- от 0,02 до 200 кГц в диапазоне несущих частот от 4 до 500 МГц при измерении средне-квадратических значений коэффициента АМ;

- от 0,02 до 60 кГц в диапазоне несущих частот от 4 до 500 МГц при измерении пиковых значений коэффициента АМ;

- от 0,02 до $0,02f$ кГц, но не более 20 кГц, в диапазоне несущих частот от 0,1 до 4 МГц при измерении пиковых и среднеквадратических значений коэффициента АМ, где f - несущая частота входного сигнала, кГц.

4.4.12 Измерение пикового значения коэффициента АМ осуществляется в диапазоне от 1 до 100 %, а среднеквадратического значения коэффициента АМ в диапазоне от 0,1 до 50 %.

4.4.13 Пределы допускаемой погрешности измерения пикового значения коэффициента АМ в нормальных условиях применения приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Коэффициент АМ, %	Диапазон модулирующих частот, кГц	Пределы допускаемой погрешности, %	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 1 до 95 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,08 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-20
	св. 0,09 до 0,4 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,02 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-20
	св. 0,4 до 6 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,01 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-20
	св. 6 до 20 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,02 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-60
	св. 20 до 60 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,03 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-200
св. 95 до 100 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,08 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-20
	св. 0,09 до 0,4 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,05 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-20
	св. 0,4 до 6 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,03 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-20
	св. 6 до 20 включ.	$\Delta M_n = \pm (0,05 \cdot M_n + 3 \cdot M_{ш})$	0,02-60
	св. 20 до 60 включ.		0,02-200

ΔM_n - пределы допускаемой погрешности измерения пикового значения коэффициента АМ, %;

M_n - пиковое значение коэффициента АМ, %;

$M_{ш}$ - среднеквадратическое значение амплитудного шума и фона, вносимое прибором, %.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

4.4.14 Пределы допускаемой погрешности измерения среднеквадратического значения коэффициента АМ в нормальных условиях применения приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Коэффициент АМ, %	Диапазон модулирующих частот, кГц	Пределы допускаемой погрешности, %	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 0,1 до 50 включ.	от 0,02 до 0,09 включ.	$\Delta M_{скз} = \pm (0,08 \cdot M_{скз} + M_{ш})$	0,02-20
	св. 0,09 до 0,4 включ.	$\Delta M_{скз} = \pm (0,05 \cdot M_{скз} + M_{ш})$	0,02-20
	св. 0,4 до 6 включ.	$\Delta M_{скз} = \pm (0,03 \cdot M_{скз} + M_{ш})$	0,02-20
	св. 6 до 20 включ.	$\Delta M_{скз} = \pm (0,05 \cdot M_{скз} + M_{ш})$	0,02-60
	св. 20 до 60 включ.		0,02-200
	св. 60 до 200 включ.	$\Delta M_{скз} = \pm (0,1 \cdot M_{скз} + M_{ш})$	0,02-200

$\Delta M_{скз}$ - пределы допускаемой погрешности измерения среднеквадратического значения коэффициента АМ, %;

$M_{скз}$ - среднеквадратическое значение коэффициента АМ, %;

$M_{ш}$ - среднеквадратическое значение амплитудного шума и фона, вносимое прибором, %.

4.4.15 Среднеквадратическое значение амплитудного шума и фона, вносимое прибором в режиме «малошумящих» измерений (МШИ), не превышает значений:

- $\leq 0,015$ % в полосе НЧ от 0,3 до 3,4 кГц;
- $\leq 0,025$ % в полосе НЧ от 0,02 до 20 кГц;
- $\leq 0,05$ % в полосе НЧ от 0,02 до 60 кГц;
- $\leq 0,1$ % в полосе НЧ от 0,02 до 200 кГц.

4.4.16 Коэффициент гармоник огибающей АМ сигналов, вносимый измерителем модуляции, не превышает значений, приведенных в таблице 4.9.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

19

Таблица 4.9

Диапазон модулирующих частот, кГц	Коэффициент АМ, %	Коэффициент гармоник, %
от 0,02 до 0,09 включ.	30	$\leq 0,5$
	90	$\leq 0,8$
св. 0,09 до 6 включ.	30	$\leq 0,2$
	90	$\leq 0,4$
св. 6 до 20 включ.	30	$\leq 0,3$
	90	$\leq 0,5$
св. 20 до 60 включ.	30	$\leq 0,5$
	90	$\leq 0,8$

4.4.17 Коэффициент преобразования амплитудной модуляции в частотную в диапазоне модулирующих частот от 0,02 до 20 кГц и коэффициентах АМ до 30 % не превышает 10 Гц на 1 % коэффициента АМ.

4.4.18 Диапазон измерения пиковых значений индекса фазовой модуляции составляет:

от 1 до 100 рад в диапазоне модулирующих частот от 0,3 до 5 кГц,

от 1 до $\frac{500}{F_m}$ рад в диапазоне модулирующих частот св. 5 до 20 кГц,

где F_m – модулирующая частота, кГц.

4.4.19 Пределы допускаемой погрешности измерения пикового значения индекса ФМ в нормальных условиях применения приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10

Индекс фазовой модуляции, рад	Диапазон модулирующих частот, кГц	Пределы допускаемой погрешности, рад	Полоса фильтра НЧ, кГц
от 1 до 100 включ.	от 0,3 до 1 включ.	$\Delta\varphi_n = \pm (0,03 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш})$	0,02-20
	св. 1 до 3 включ.	$\Delta\varphi_n = \pm (0,02 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш})$	0,02-20
	св. 3 до 5 включ.	$\Delta\varphi_n = \pm (0,03 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш})$	0,02-20
от 1 до $\frac{500}{F_m}$ включ.	св. 5 до 20 включ.	$\Delta\varphi_n = \pm (0,05 \cdot \varphi_n + 3 \cdot \varphi_{ш})$	0,02-60

$\Delta\varphi_n$ - пределы допускаемой погрешности измерения пикового значения индекса ФМ, рад;
 φ_n – пиковое значение индекса ФМ, рад;
 $\varphi_{ш}$ - среднеквадратическое значение фазового шума и фона, вносимое прибором, рад.

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам. инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

20

Среднеквадратическое значение фазового шума и фона не превышает значений, приведенных в таблице 4.11.

Таблица 4.11

Полоса фильтра НЧ, кГц	Среднеквадратическое значение фазового шума и фона, рад
0,02 - 20	$\varphi_{ш} = 2 \cdot 10^{-11} \cdot f + 0,02$
0,02 - 60	$\varphi_{ш} = 2 \cdot 10^{-11} \cdot f + 0,03$

f - несущая частота входного сигнала, Гц.

4.4.20 Диапазон измерения частоты входного сигнала составляет от 0,1 до 2499 МГц.

4.4.21 Пределы допускаемой погрешности измерения частоты входного сигнала в нормальных условиях применения вычисляются по формуле

$$\Delta f = \pm (5 \cdot 10^{-6} \cdot f + 1 \text{ Гц}), \quad (4.1)$$

где Δf - пределы допускаемой погрешности измерения частоты входного сигнала, Гц;

f - частота входного сигнала, Гц.

4.4.22 Измерение среднеквадратического значения входного напряжения осуществляется в диапазоне несущих частот от 0,1 до 2499 МГц.

4.4.23 Диапазон измерения среднеквадратического значения входного напряжения составляет от 0,05 до 1 В.

4.4.24 Пределы допускаемой погрешности измерения среднеквадратического значения входного напряжения нормальных условиях применения вычисляются по формулам:

$$\Delta U = \pm (0,1 \cdot U + 0,005 \text{ В}) \text{ в диапазоне частот от } 0,1 \text{ до } 100 \text{ МГц}, \quad (4.2)$$

$$\Delta U = \pm (0,15 \cdot U + 0,005 \text{ В}) \text{ в диапазоне частот св. } 100 \text{ до } 1000 \text{ МГц}, \quad (4.3)$$

$$\Delta U = \pm (0,2 \cdot U + 0,005 \text{ В}) \text{ в диапазоне частот св. } 1000 \text{ до } 2499 \text{ МГц}, \quad (4.4)$$

где ΔU - пределы допускаемой погрешности измерения среднеквадратического значения входного напряжения, В;

U - входное напряжение, В.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						21

4.4.25 Диапазон частот измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала составляет от 0,05 до 10 кГц.

4.4.26 Диапазон измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала составляет от 0,1 до 30 %.

4.4.27 Пределы допускаемой погрешности измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала в нормальных условиях применения вычисляют по формуле

$$\Delta K_2 = \pm (0,05 \cdot K_2 + 0,05 \%), \quad (4.5)$$

где ΔK_2 - пределы допускаемой погрешности измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала, %;

K_2 - коэффициент гармоник модулирующего сигнала, %.

4.4.28 Диапазон измерения частоты модулирующего сигнала составляет от 0,02 до 200 кГц.

4.4.29 Пределы допускаемой погрешности измерения частоты модулирующего сигнала в нормальных условиях применения вычисляют по формуле

$$\Delta F = \pm (1 \cdot 10^{-4} \cdot F + 0,1 \text{ Гц}), \quad (4.6)$$

где ΔF - пределы допускаемой погрешности измерения частоты модулирующего сигнала, Гц;

F - частота модулирующего сигнала, Гц.

4.4.30 Пределы допускаемой погрешности измерения: пикового и среднеквадратического значения девиации частоты, пикового и среднеквадратического значения коэффициента АМ, пикового значения индекса ФМ, частоты входного сигнала, среднеквадратического значения входного напряжения, коэффициента гармоник модулирующего сигнала, частоты модулирующего сигнала в диапазоне рабочих температур и относительной влажности воздуха, составляют $\pm 2\Delta$, где Δ - пределы допускаемой погрешности измерения соответствующего параметра в нормальных условиях применения.

4.4.31 Среднеквадратическое напряжение сигнала НЧ на розетке « \ominus НЧ » при величине сопротивления нагрузки не менее 100 кОм, емкости нагрузки не более 100 пФ и пиковой девиации частоты (500,0 \pm 5,0) кГц составляет (0,55 \pm 0,15) В.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						22
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4.4.32 Среднеквадратическое напряжение сигнала ПЧ на розетке « \ominus ПЧ » при величине сопротивления нагрузки не менее 2 кОм, емкости нагрузки не более 50 пФ составляет $(0,85 \pm 0,25)$ В.

4.4.33 Коэффициент стоячей волны напряжения на розетке « \ominus » прибора не превышает в диапазоне несущих частот значений:

- $\leq 1,5$ в диапазоне несущих частот от 10 до 500 МГц;
- $\leq 2,0$ в диапазоне несущих частот св. 500 до 1000 МГц;
- $\leq 2,5$ в диапазоне несущих частот св. 1000 до 2000 МГц;
- $\leq 3,0$ в диапазоне несущих частот св. 2000 до 2499 МГц.

4.4.34 Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 минутам.

4.4.35 Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения в течение времени не менее 8 часов при сохранении своих технических характеристик.

4.4.36 Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм при питании его от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц.

4.4.37 Мощность, потребляемая прибором от сети питания при номинальном напряжении, не более 80 В·А.

4.4.38 Средняя наработка на отказ прибора T_0 не менее 12000 часов. Гамма-процентный ресурс прибора не менее 10000 часов при доверительной вероятности $\gamma = 90$ %. Гамма-процентный срок службы прибора не менее 15 лет при доверительной вероятности $\gamma = 90$ %.

4.4.39 Габаритные размеры прибора не более 488x475x178 мм.

4.4.40 Масса прибора не более 14 кг. Масса прибора с укладочно-транспортным ящиком и ЗИП не более 60 кг.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
23

4.5 Устройство и работа прибора

4.5.1 Принцип действия прибора

4.5.1.1 Измеритель модуляции СКЗ-49 является многофункциональным прибором и обеспечивает измерение следующих параметров:

- пикового и среднеквадратического значений коэффициента амплитудной модуляции;
- пикового и среднеквадратического значений девиации частоты;
- пикового значения девиации фазы;
- среднеквадратического значения входного напряжения;
- частоты входного сигнала;
- частоты модулирующего сигнала;
- коэффициента гармоник модулирующего сигнала.

4.5.1.2 Принцип действия прибора, при измерении модуляционных параметров, основан на преобразовании частоты входного сигнала на промежуточную частоту, детектировании модулированных сигналов и последующего измерения пикового и среднеквадратического значения напряжения НЧ огибающей сигнала, пропорционального измеряемому значению девиации частоты, индексу фазовой модуляции или коэффициенту амплитудной модуляции.

В диапазоне частот от 4 до 2499 МГц прибор функционирует по принципу супергетеродинного приемника с однократным преобразованием частоты входного сигнала. В диапазоне частот от 0,1 до 4 МГц входной сигнал поступает непосредственно в тракт промежуточной частоты прибора.

Детектирование ЧМ сигналов основано на преобразовании модулированного по частоте сигнала промежуточной частоты в последовательность импульсов с постоянной амплитудой и длительностью, временное положение которых соответствует закону модуляции исследуемого ЧМ сигнала. Выделение низкочастотного модулирующего напряжения из спектра, сформированной импульсной последовательности, осуществляется фильтрацией.

Измерение индекса фазовой модуляции основано на математической связи частотной модуляции и фазовой модуляции по формуле

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta f}{F_M}, \quad (4.7)$$

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

										ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							24

где $\Delta\varphi$ – индекс фазовой модуляции, рад;

Δf – девиация частоты, Гц;

F_m – модулирующая частота, Гц.

Для получения низкочастотного напряжения пропорционального индексу фазовой модуляции производится интегрирование огибающей ЧМ сигнала, выделенной частотным детектором.

Измерение коэффициента амплитудной модуляции основано на выделении из АМ сигнала среднего значения напряжения и пикового отклонения напряжения сигнала от среднего значения вверх (вниз) и определения их отношения. Данное преобразование осуществляется двухполупериодным высоколинейным детектором. Постоянная составляющая после детектирования используется для стабилизации схемой прецизионной автоматической регулировки усиления среднего значения напряжения промежуточной частоты. При этом, амплитудное значение напряжения огибающей НЧ сигнала, выделенное детектором, пропорционально пиковому коэффициенту амплитудной модуляции.

Измерение среднеквадратического значения напряжения несущего ВЧ сигнала осуществляется методом ВЧ детектирования. Выходное постоянное напряжение детектора пропорционально в логарифмическом масштабе входному ВЧ напряжению.

Измерение частоты несущего сигнала и частоты сигнала модуляции основано на расчете отношения количества импульсов измеряемой частоты и количества импульсов опорной (эталонной) частоты в двухмодульном цифровом счетчике за нормированный временной интервал.

Принцип измерения коэффициента гармоник сигнала модуляции основан на измерении отношения среднеквадратического напряжения гармоник, полученного после подавления (режекции) первой гармоники НЧ сигнала, и среднеквадратического напряжения полного НЧ сигнала.

4.5.1.3 Структурная схема прибора приведена на рисунке 4.3.

Прибор включает в себя девять функциональных узлов:

- блок ВЧ;
- блок НЧ;
- устройство управления;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

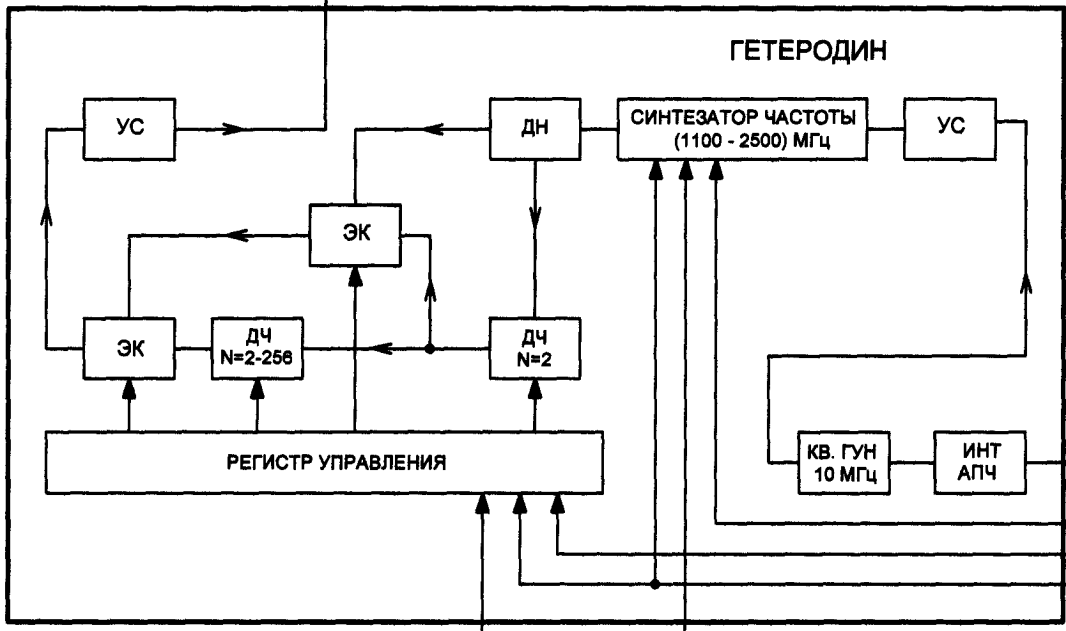
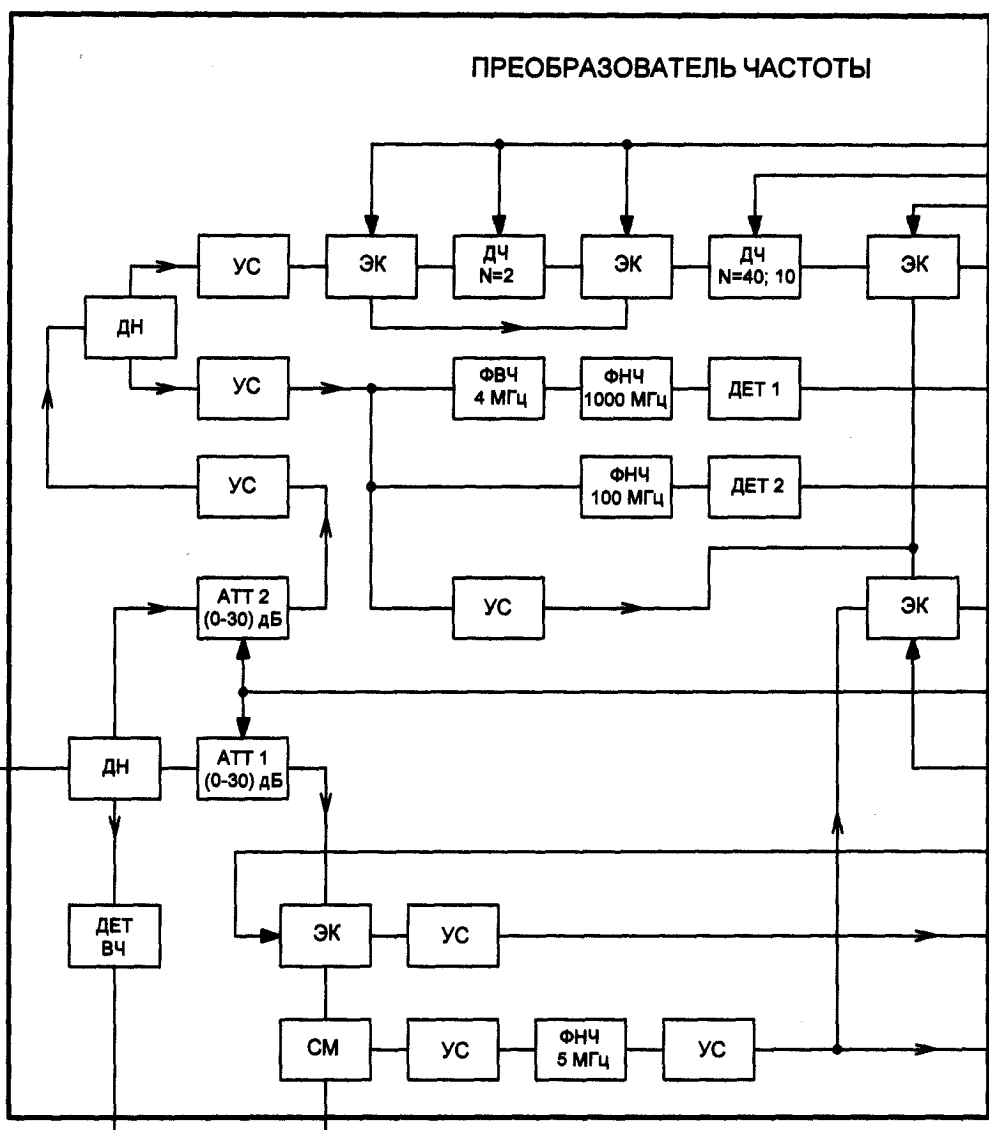
ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
25

- АЦП;
- одноплатный компьютер;
- ЖКИ TFT дисплей;
- преобразователь напряжения DC-AC ламп подсветки дисплея;
- плату разводки;
- блок питания.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						26
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

" 50 Ω "



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

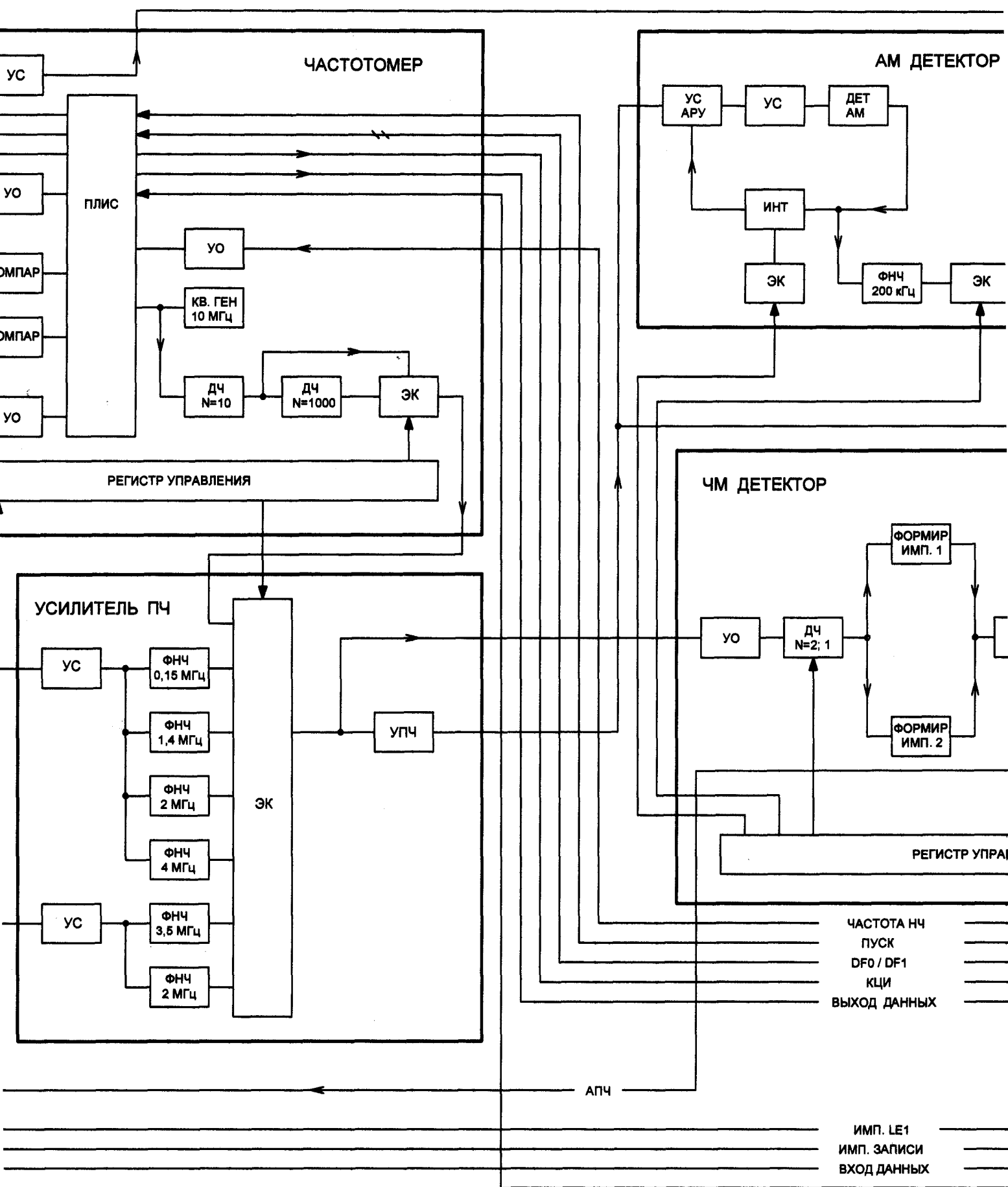
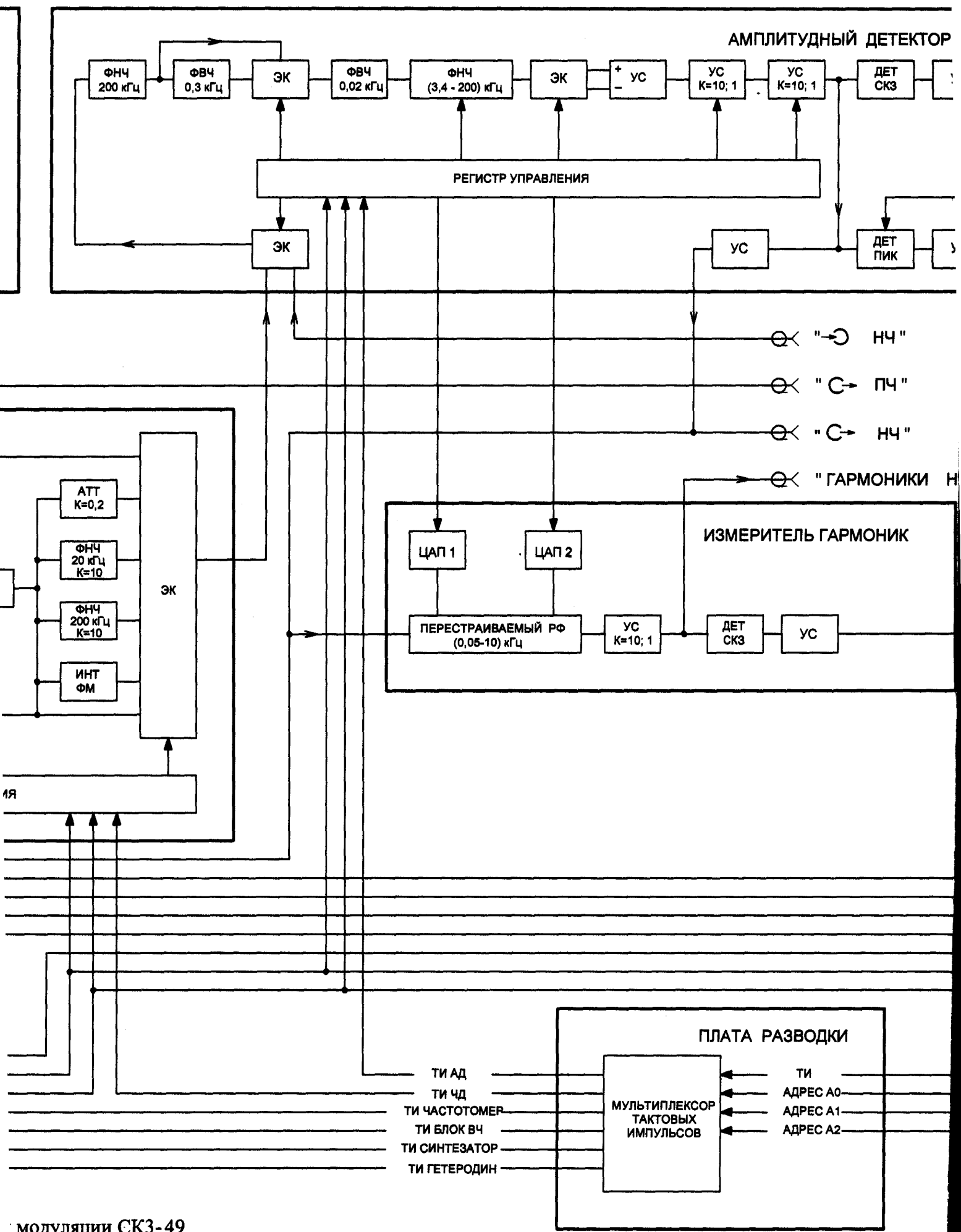
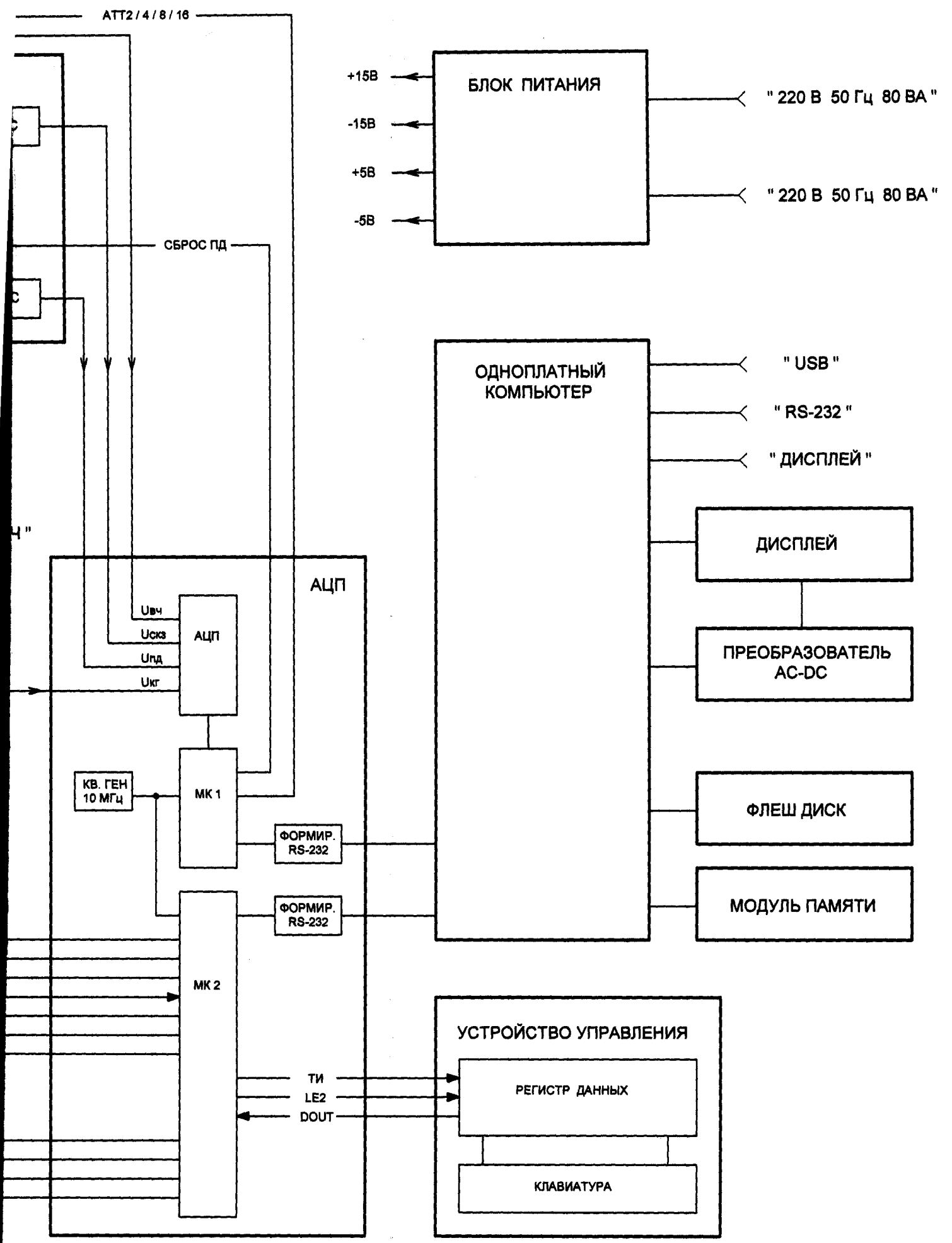


Рисунок 4.3 Структурная схема измери





Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

4.5.2 Принцип действия блока ВЧ

4.5.2.1 Блок ВЧ содержит следующие платы:

- преобразователь частоты;
- гетеродин;
- частотомер;
- усилитель ПЧ.

Входной сигнал в диапазоне частот от 0,1 до 2499 МГц поступает на розетку « ⊕ » измерителя модуляции и далее на вход платы преобразователя частоты.

4.5.2.2 Преобразователь частоты является многофункциональным устройством. В составе преобразователя частоты можно выделить следующие узлы:

- детектор ВЧ;
- ВЧ аттенюатор канала преобразования сигнала ВЧ;
- ВЧ аттенюатор канала измерения частоты сигнала ВЧ;
- канал преобразования сигнала ВЧ;
- канал измерения частоты сигнала ВЧ.

Сигнал с входной ВЧ розетки платы поступает на трехканальный делитель напряжения. С выходов делителя напряжения сигнал ВЧ подается на детектор ВЧ, управляемый ВЧ аттенюатор канала преобразования и управляемый ВЧ аттенюатор канала измерения частоты сигнала ВЧ. Детектор ВЧ обеспечивает преобразование ВЧ напряжения в постоянное напряжение $U_{вч}$, которое подается на первый канал измерения напряжения платы АЦП. Детектор ВЧ совместно с АЦП реализуют измеритель напряжения ВЧ.

Измеритель напряжения ВЧ сигнала осуществляет непрерывное измерение напряжения на розетке « ⊕ » прибора, при этом не требуется каких-либо предварительных настроек прибора. Если значение измеренного ВЧ напряжения превышает пороговое значение рабочего диапазона напряжений измерителя модуляции, то производится установка ослабления входных ВЧ аттенюаторов.

Аттенюатор канала преобразования сигнала ВЧ необходим для уменьшения динамического диапазона ВЧ напряжения на входе смесителя и обеспечения режима линейного преобразования сигнала. Аттенюатор канала измерения частоты сигнала ВЧ обеспечивает оптимальный

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
28

уровень сигнала для высокочастотных делителей частоты и уменьшает влияние напряжения гетеродина. Ослабление аттенюаторов устанавливается микроконтроллером 2 платы АЦП в диапазоне от 0 до 30 дБ с шагом 2 дБ четырехразрядным двоичным кодом (шины управления АТТ2/4/8/16). Расчет ослабления производится микроконтроллером 2 по измеренному значению напряжения ВЧ.

После первого аттенюатора сигнал через коммутатор поступает на смеситель или при низком значении частоты сигнала (меньше 4 МГц) непосредственно в канал ПЧ.

На второй вход смесителя поступает напряжение гетеродина. Устанавливается такое значение частоты напряжения гетеродина, которое обеспечивает преобразование входного сигнала на промежуточную частоту равную 1 МГц (2 МГц, если в режиме «ЧМ» измеренное значение девиация частоты более 100 кГц). Преобразованный сигнал после смесителя предварительно усиливается и фильтруется ФНЧ с полосой 5 МГц.

В канале измерения частоты сигнала, платы преобразователя частоты, напряжение ВЧ дополнительно делится на два канала. Разветвление сигнала ВЧ на каналы используется для определения поддиапазона частот, в который попадает частота сигнала ВЧ. Весь диапазон несущих частот сигнала от 0,1 до 2499 МГц разбит на четыре поддиапазона: от 0,1 до 4 МГц, от 4 до 100 МГц, от 100 до 1000 МГц, от 1000 до 2499 МГц.

В зависимости от определенного поддиапазона частот, осуществляется установка коэффициента деления высокочастотных делителей частоты несущего сигнала, которые снижают значение частоты ВЧ сигнала до рабочего значения частот ПЛИС частотомера.

В первом канале определения поддиапазона частоты включен фильтр с полосой пропускания от 4 до 1000 МГц, а во втором канале - фильтр НЧ с полосой пропускания 100 МГц.

С выхода фильтров сигналы поступают на детекторы диапазона 1 и 2 и далее через компараторы диапазона на ПЛИС частотомера. Поддиапазон частот определяется комбинацией сигналов с обоих каналов. Если частота сигнала ВЧ находится в полосе частот первого и второго канала, то такая комбинация соответствует поддиапазону частот от 4 до 100 МГц и ПЛИС частотомера установит по шинам управления предварительного делителя частоты код, который включит прохождение ВЧ сигнала на частотомер без предварительного деления частоты. С учетом дополнительного делителя частоты на 2 ПЛИС частотомера работает в диапазоне частот от 2 до 50 МГц.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						29

Если сигнал определения поддиапазона частот поступает только с детектора 1, то это соответствует поддиапазону частот от 100 до 1000 МГц и ПЛИС частотомера установит по шинам управления предварительного делителя частоты код, который включит предварительный делитель частоты равный 10. В этом случае обеспечивается измерение частоты в диапазоне несущих частот от 100 до 1000 МГц.

Если ВЧ сигнал не определяется не в первом не во втором канале поддиапазона частот, то ПЛИС частотомера установит по шинам управления предварительного делителя частоты код, который включит предварительный делитель частоты равный 80. В этом случае обеспечивается измерение частоты в диапазоне несущих частот от 1000 до 2499 МГц.

Если сигнал определения поддиапазона частот поступает только с детектора 2, то это соответствует поддиапазону частот от 0,1 до 4 МГц и входной сигнал будет подключен к входу измерения промежуточной частоты.

4.5.2.3 Гетеродин является законченным функциональным узлом, обеспечивающим формирование ВЧ напряжения для преобразования частоты входного сигнала на промежуточную частоту 1 или 2 МГц. Гетеродин обеспечивает формирование ВЧ напряжения в диапазоне частот от 5 до 2500 МГц.

Для получения такого диапазона частот используется модуль синтезатора частоты, который обеспечивает базовый диапазон частот от 1100 до 2500 МГц. Нижняя часть диапазона частот гетеродина формируется с помощью программируемых делителей частоты.

Для синхронизации синтезатора используется кварцевый генератор с опорной частотой 10 МГц. Синтезатор частоты обеспечивает дискретный шаг перестройки частоты равный 500 кГц. Точный номинал частоты ПЧ достигается плавной автоподстройкой частоты синтезатора в пределах дискретного шага установки частоты. Для этого опорный кварцевый генератор синтезатора частоты имеет электронную перестройку по управляющему входу. Номинальное значение частоты 10 МГц подстраивается в пределах 5 кГц. Так как кратность умножения опорной частоты в синтезаторе составляет от 110 до 250, то плавная подстройка выходной частоты синтезатора составляет не менее 500 кГц в нижней части диапазона частот синтезатора и не менее 1,25 МГц в верхней части диапазона частот синтезатора, что является достаточным для плавного перестройки частоты внутри дискретного шага.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Управляющий сигнал на кварцевый генератор подается с частотного детектора по шине АПЧ через усилитель интегратор. Усилитель интегратор выделяет постоянную составляющую с частотного детектора пропорциональную значению промежуточной частоты, сравнивает это напряжение с опорным значением, соответствующим значению промежуточной частоты 1 МГц, и вырабатывает сигнал ошибки, которым управляется опорный кварцевый генератор синтезатора частоты.

Частота синтезатора устанавливается по шине последовательного интерфейса «ВХОД ДАННЫХ». Для засылки данных используется тактовые импульсы ТИ СИНТЕЗАТОРА.

Для формирования диапазона частот гетеродина от 5 до 1100 МГц используется программируемый делитель частоты. Коэффициент деления ВЧ делителя частоты может устанавливаться в пределах от 1 до 256.

Данные, засылаемые в блок ВЧ, хранятся в регистрах данных, расположенных на платах частотомера и гетеродина, а также в микроконтроллере синтезатора частоты.

4.5.2.4 Частотомер выполнен на программируемой логической микросхеме. Он работает как измеритель периода, который формируется входным сигналом, а заполнение делается опорным сигналом кварцевого генератора. Опорная частота кварцевого генератора равна 10 МГц. Долговременная нестабильность частоты опорного кварцевого генератора составляет $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ / год.

Функционально частотомер состоит из двух счетчиков и управляющей логики. Цикл измерения частоты составляет 0,1 с и запускается импульсом ПУСК. Первый счетчик считает импульсы опорной частоты кварцевого генератора, а второй счетчик импульсы измеряемой частоты сигнала. После завершения цикла измерения счетчики перестраиваются в регистр сдвига и частотомер готов к считыванию информации. Считывание информации осуществляется по последовательному интерфейсу. Данные выводятся по шине «ВЫХОД ДАННЫХ» при подаче тактовых импульсов по шине «ТИ ЧАСТОТОМЕРА». Частота входного сигнала рассчитывается по формуле

$$f = \frac{n \times (K - 1) \times f_0}{N}, \quad (4.8)$$

где n – значение коэффициента деления предварительного делителя частоты;

K - значение счетчика сигнала;

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

f_0 - частота кварцевого генератора;

N - значение счетчика сигнала кварцевого генератора.

Частотомер является многоканальным измерителем. Канал измерения частоты выбирается управляющим кодом по шинам DF0 и DF1 с микроконтроллера 1 платы АЦП.

В рабочих условиях эксплуатации прибор подвержен воздействию различных дестабилизирующих факторов. Воздействие дестабилизирующих факторов, а также процессы старения приводят к дополнительной погрешности измерения. Для компенсации этих воздействий на плате частотомера находится калибратор. Калибратор необходим для формирования тестового сигнала с нормированным и стабильным значением девиации частоты и коэффициентом амплитудной модуляции. В режиме калибровки сигнал калибратора используется для определения отклонения коэффициентов передачи аналоговой части прибора и расчета поправочных коэффициентов.

Сигнал калибратора формируется из напряжения кварцевого генератора 10 МГц. Предварительно частота 10 МГц делится до значений 1 МГц и 1 кГц. Сигнал частотой 1 кГц в коммутаторе модулирует сигнал частотой 1 МГц. В результате формируется сигнал калибратора, который представляет собой пачки импульсов частотой 1 МГц. Такой сигнал эквивалентен периодическому сигналу со скачкообразным изменением частоты от 0 до 1 МГц и скачкообразным изменением уровня с нулевого до единичного значения. При устранении постоянной составляющей напряжения из этого сигнала получается тестовый калибровочный сигнал, который эквивалентен при демодуляции частотно-модулированному сигналу с девиацией частоты равной 500 кГц и амплитудно-модулированному сигналу со значением коэффициента АМ 50 %. В режиме калибровки сигнал с калибратора подается на узел усилителя ПЧ.

4.5.2.5 Усилитель ПЧ осуществляет усиление, фильтрацию и коммутацию сигнала ПЧ после преобразования частоты и сигнала ВЧ в нижней части диапазона несущего сигнала от 0,1 до 4 МГц, передаваемого в канал ПЧ без преобразования.

Если прибор работает в режиме преобразования несущего сигнала на промежуточную частоту, то усилитель ПЧ обеспечивает фильтрацию сигнала промежуточной частоты от напряжения гетеродина и высших по частоте продуктов преобразования. Для этого предусмотрено два фильтра НЧ с частотами пропускания 2,0 МГц для частоты ПЧ 1 МГц и 3,5 МГц для частоты ПЧ 2 МГц.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

32

Если прибор работает в режиме прямого прохождения несущего сигнала, то усилитель ПЧ обеспечивает фильтрацию гармоник несущего сигнала в диапазоне от 0,1 до 4 МГц. Для этого предусмотрены четыре фильтра НЧ с частотами пропускания 0,15 МГц, 1,4 МГц, 2,0 МГц, 4,0 МГц.

Включение фильтров и каналов прохождения сигнала осуществляется общим коммутатором. Кроме этого данный коммутатор обеспечивает подачу в канал ПЧ сигнала калибровки.

С выхода усилителя ПЧ сигнал по двум каналам поступает на блок НЧ.

4.5.3 Принцип действия блока НЧ

4.5.3.1 В блок НЧ входят четыре платы:

- АМ детектор;
- ЧМ детектор;
- амплитудный детектор;
- измеритель гармоник.

Сигнал промежуточной частоты с блока ВЧ поступает на вход плат ЧМ детектора и АМ детектора.

4.5.3.2 АМ детектор предназначен для демодуляции АМ сигнала в диапазоне частот от 0,1 до 4 МГц.

С входа платы сигнал ПЧ поступает на перемножитель напряжения. Перемножитель напряжения выполняет функцию аналогового регулятора системы прецизионной АРУ. Выходное напряжение перемножителя является результатом умножения входного напряжения сигнала промежуточной частоты на постоянное управляющее напряжение. При изменении входного сигнала ПЧ управляющее напряжение АРУ меняется таким образом, чтобы результирующее напряжение на выходе перемножителя оставалось постоянным.

Сигнал с выхода перемножителя поступает на дифференциальный усилитель. На выходе усилителя формируются два парафазных симметричных по амплитуде сигнала. Этот дифференциальный сигнал подается на два входа двухтактного детектора. Каждое из двух плеч детектора поочередно выделяет положительную полуволну в течение периода входного синусоидального напряжения. Таким образом, осуществляется двухполупериодное детектиро-

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						33

вание и частота импульсов на выходе детектора в два раза выше частоты входного напряжения ПЧ.

Предварительная фильтрация огибающей АМ сигнала осуществляется фильтром НЧ с полосой пропускания 200 кГц.

Сигнал с выхода детектора подается также на интегратор системы АРУ. Интегратор выполняет роль фильтра, выделяющего постоянную составляющую протектированного сигнала. Также интегратор выполняет функцию устройства сравнения постоянной составляющей протектированного сигнала и опорного напряжения системы АРУ. Результатом этого сравнения является сигнал ошибки (управляющее напряжение системы АРУ), который таким образом изменяет коэффициент передачи перемножителя, чтобы опорное напряжение и постоянная составляющая протектированного напряжения были равны.

Постоянная времени интегратора должна быть выбрана достаточно большой, чтобы устранить влияние выделенной огибающей АМ сигнала. Однако, при большой постоянной времени, увеличивается длительность переходных процессов системы АРУ и снижается быстродействие работы прибора. Для уменьшения времени переходных процессов используется коммутация постоянной времени интегратора. Переключение постоянной времени интегратора на большое значение производится при включении фильтра ВЧ 0,3 кГц.

Управляющий сигнал АРУ через усилитель постоянного тока подается на плату АЦП. Данное напряжение используется для контроля работы АРУ.

С выхода платы детектора АМ сигнал НЧ через коммутатор подается на выходной коммутатор платы ЧМ детектора.

4.5.3.2 ЧМ детектор предназначен для демодуляции ЧМ сигнала с девиацией частоты до 1 МГц.

С входа платы ЧМ детектора сигнал поступает на усилитель-ограничитель. Усилитель-ограничитель предназначен для формирования из входного синусоидального напряжения прямоугольного напряжения, имеющего фронты с высокой скоростью нарастания напряжения и нормированное значение амплитуды. Усилитель-ограничитель уменьшает переход «паразитной» амплитудной модуляции сигнала в частотную модуляцию и уменьшает влияние шумов формирователей детектора на шумовые характеристики.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						34

С выхода усилителя-ограничителя сигнал поступает на управляемый делитель частоты. В делителе частоты включается коэффициент деления один (без деления), при значении промежуточной частоты равной 1 МГц, и два - при значении промежуточной частоты равной 2 МГц. Такое управление обеспечивает на входе детектора ЧМ постоянное значение промежуточной частоты равное 1 МГц и уменьшает максимальное значение девиации частоты до 500 кГц.

Далее сигнал поступает на двухканальный парафазный формирователь запускающих импульсов. В первом канале формируются запускающие импульсы, соответствующие перепаду сигнала от «0» к «1». Во втором канале формируются запускающие импульсы, соответствующие перепаду сигнала от «1» к «0». Запускающие импульсы управляют в двух каналах ждущими мультивибраторами. Каждый из мультивибраторов формирует короткие импульсы стабильной длительностью и амплитудой. Последовательности импульсов с двух мультивибраторов суммируются на общей нагрузке. Такой принцип демодуляции позволяет получить высокую линейность детектора и большую крутизну детектирования. Высокая линейность достигается за счет использования коротких импульсов в каждом канале, а большая крутизна за счет суммирования сигналов двух каналов, что позволяет уменьшить влияние шумов следующих каскадов. Суммарная импульсная последовательность поступает на интегрирующий усилитель ЧД. Выходное напряжение интегратора прямо пропорционально величине входного тока. Так как импульсы имеют постоянную амплитуду, то выходное напряжение интегратора будет прямо пропорционально числу импульсов в единицу времени, т. е. частоте сигнала ПЧ. При частотной модуляции на выходе интегратора имеется постоянная составляющая напряжения пропорциональная частоте ПЧ и переменная составляющая напряжения пропорциональная девиации частоты. Постоянная времени интегратора выбрана таким образом, чтобы обеспечить равномерную частотную характеристику передачи напряжения модуляции в диапазоне частот от 20 Гц до 200 кГц.

Постоянная составляющая напряжения с выхода интегратора используется для подстройки частоты гетеродина и соответственно частоты ПЧ системой АПЧ.

Напряжение модуляции поступает на фильтры НЧ и интегратор фазовой модуляции. Прохождение сигнала модуляции зависит от значения девиации частоты и включенной полосы НЧ. Напряжение с выхода ЧД не должно превышать максимального значения динамического диапазона напряжений амплитудного детектора, на который поступает НЧ сигнал модуляции.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

При большой девиации частоты от 100 до 1000 кГц сигнал НЧ подается на делитель напряжения с коэффициентом передачи равным 0,2. Так как при таком значении девиации частоты включен делитель частоты на два, то общий коэффициент передачи напряжения модуляции составит 0,1.

При значениях девиации частоты от 0,1 до 100 кГц выходным коммутатором ЧД включается прямое прохождение сигнала с коэффициентом передачи равном 1.

При малых значениях девиации частоты < 100 Гц выходным коммутатором ЧД включается один из двух масштабных усилителей с коэффициентом передачи равным 10, каждый из которых совмещен с фильтром 20 кГц или 200 кГц. Помимо масштабного усиления фильтры обеспечивают предварительную фильтрацию сигнала модуляции от остатков напряжения ПЧ.

В режиме фазовой модуляции коммутатором ЧД включается выход интегратора ФМ. Интегратор ФМ имеет коэффициент передачи равный 1 на частоте модуляции 1 кГц и линейную характеристику коэффициента передачи напряжения НЧ с наклоном 6 дБ при изменении частоты НЧ в два раза.

Коммутатор ЧД обеспечивает подключение демодулированных АМ, ЧМ и ФМ сигналов на вход амплитудного детектора.

4.5.3.3 Амплитудный детектор предназначен для фильтрации НЧ огибающей сигнала модуляции от остатков напряжения ПЧ, включения необходимой шкалы измерения, преобразования переменного НЧ напряжения в постоянное напряжение пиковым и среднеквадратическим детекторами.

Фильтрация напряжения НЧ от остатков напряжения ПЧ осуществляется несколькими фильтрами, распределенными по платам. Предварительная фильтрация производится в детекторах АМ и ЧМ. Окончательная фильтрация осуществляется в детекторе амплитудном двумя фильтрами: входным ФНЧ с полосой 200 кГц и универсальным фильтром НЧ, перестраиваемым по частоте.

НЧ сигнал с входа амплитудного детектора поступает на коммутатор входных сигналов. Коммутатор входных сигналов позволяет подключить вход амплитудного детектора к выходу платы ЧМ детектора либо к внешнему источнику сигнала через розетку « \ominus НЧ» на задней панели прибора.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

36

С выхода коммутатора сигнал НЧ подается на ФНЧ с полосой 200 кГц, а затем на фильтр верхних частот с частотой пропускания 20 Гц. С выхода ФВЧ 20 Гц сигнал поступает на перестраиваемый фильтр НЧ непосредственно либо через ФВЧ с полосой пропускания 300 Гц.

Перестраиваемый фильтр НЧ обеспечивает функции четырех фильтров НЧ, путем программного выбора максимальной частоты пропускания: 3,4 кГц; 20 кГц; 60 кГц; 200 кГц. Фильтр обеспечивает требуемое подавление остатков напряжения ПЧ и фильтрацию шумов.

С выхода перестраиваемого фильтра НЧ сигнал поступает на коммутатор полярности пикового значения параметра модуляции. Коммутатор полярности обеспечивает переключение инвертирующего и неинвертирующего входов усилителя-инвертора. При таком переключении пиковый детектор будет измерять поочередно пиковое значение обеих полуволн напряжения НЧ.

Пиковый детектор измеряет максимальное значение амплитуды напряжения, что соответствует пиковому значению девиации частоты в режиме «ЧМ», пиковому значению индекса фазовой модуляции в режиме «ФМ», пиковому значению коэффициента амплитудной модуляции в режиме «АМ». Для хранения пиковых выборок напряжений постоянная времени разряда конденсатора детектора должна быть > 1 с. При этом время перехода от одного измеряемого значения к другому будет недопустимо большим. Для уменьшения времени измерения используется стробирование пикового детектора. После каждого цикла измерения происходит сброс напряжения пикового детектора, которое осуществляется импульсом сброса с платы АЦП.

Детектор среднеквадратических значений измеряет среднеквадратическое значение напряжения НЧ, пропорциональное модуляционному параметру. Детектор среднеквадратических значений используется при измерении малых значений девиации частоты (< 100 Гц) и малых значений коэффициента АМ ($< 1\%$), а также при измерении частотных и амплитудных шумов («паразитной» модуляции).

С выходов обоих детекторов сигнал через усилители постоянного напряжения подается на входы 2 и 3 измерителя напряжения платы АЦП.

Пиковый детектор обеспечивает требуемую погрешность преобразований переменного напряжения в постоянное напряжение в относительном динамическом диапазоне напряжений порядка 20 дБ, а среднеквадратический детектор в динамическом диапазоне 40 дБ. Диапазон


Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
37

измеряемых значений коэффициента АМ составляет ≥ 80 дБ, а девиации частоты - ≥ 120 дБ. Для обеспечения измерения модуляционных параметров в широком динамическом диапазоне используются масштабные усилители. На плате амплитудного детектора расположены два масштабных усилителя, каждый с переключаемыми коэффициентами усиления равными 1 и 10. В режиме измерения девиации частоты для обеспечения требуемого диапазона измерений используются также масштабные усилители и делитель напряжения платы ЧД. Переключение масштабных усилителей производится автоматически в зависимости от значения измеряемой величины и программно устанавливаемой шкалы.

НЧ сигнал после масштабных усилителей поступает также на буферный усилитель. С буферного усилителя сигнал выводится на розетку « НЧ», расположенную на передней панели прибора, на вход НЧ частотомера и на вход платы измерителя гармоник.

4.5.3.4 Измеритель гармоник предназначен для измерения коэффициента гармоник сигнала модуляции. Для этого измеритель гармоник осуществляет подавление первой гармоники в спектре НЧ сигнала, измерение среднеквадратического значения напряжения второй и следующих гармоник и вычисление коэффициента гармоник.

Подавление первой гармоники производится двухзвенным программируемым режекторным фильтром. Настройка частоты режекции фильтра выполняется с помощью четырех 12 разрядных ЦАП. Шаг перестройки частоты режекторного фильтра составляет 0,5 Гц в нижней части частотного диапазона измерителя гармоник и 5 Гц в верхней части частотного диапазона измерителя гармоник. Для обеспечения динамического диапазона измерения коэффициента гармоник, подавление режекторного фильтра первой гармоники составляет ≥ 70 дБ. Управляющий код для настройки фильтра определяется по результатам измерения частоты НЧ частотомером.

С выхода режекторного фильтра сигнал поступает на масштабный усилитель измерителя гармоник, который имеет два значения коэффициента усиления (1 и 10) и обеспечивает необходимый динамический диапазон измерений.

Преобразование переменного напряжения гармоник в постоянное напряжение производится детектором среднеквадратического напряжения. С выхода детектора постоянное напряжение пропорциональное напряжению гармоник поступает на четвертый вход аналого-цифрового преобразователя платы АЦП.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						38

Коэффициент гармоник вычисляется по результатам измерения среднеквадратического напряжения гармоник с платы измерителя гармоник и среднеквадратического напряжения полного НЧ сигнала с платы амплитудного детектора по формуле

$$K_{\Gamma} = \frac{U_{\Gamma}}{\sqrt{U^2_{\text{СКЗ}} - U^2_{\Gamma}}} \times 100, \quad (4.9)$$

где K_{Γ} - коэффициент гармоник, %;

U_{Γ} - среднеквадратическое значение напряжения гармоник; В;

$U_{\text{СКЗ}}$ - среднеквадратическое значение напряжения полного НЧ сигнала, В.

С масштабного усилителя сигнал НЧ поступает также на буферный усилитель, а далее сигнал выводится на розетку «ГАРМОНИКИ НЧ», расположенную на задней панели прибора.

4.5.4 Принцип действия функционального устройства управления и обработки информации

4.5.4.1 В состав функционального устройства управления и обработки информации входят следующие узлы:

- одноплатный компьютер;
- устройство управления;
- АЦП;
- ЖКИ TFT дисплей;
- преобразователь напряжения DC-AC ламп подсветки дисплея.

Данные узлы, входящие в состав функционального устройства управления и обработки информации, реализуют алгоритм функционирования прибора, который можно разделить на две составляющие:

- настройка прибора на входной сигнал;
- измерение параметров сигнала.

При настройке прибора на входной сигнал выполняются следующие процедуры:

- измерение напряжения несущего ВЧ сигнала;
- расчет и установка ослабления ВЧ аттенюаторов;
- измерение частоты несущего ВЧ сигнала;
- расчет и установка частоты гетеродина.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
39

При измерении параметров сигнала выполняются следующие процедуры:

- вывод на дисплей результата измерения напряжения несущего ВЧ сигнала;
- вывод на дисплей результата измерения частоты несущего ВЧ сигнала;
- определение включенного режима измерения модуляционного параметра;
- установка необходимой шкалы измерения модуляционного параметра;
- измерение значения модуляционного параметра и обработка результата измерения;
- вывод на дисплей результата измерения значения модуляционного параметра;
- измерение частоты НЧ сигнала;
- расчет и установка частоты режекторного НЧ фильтра;
- измерение значения коэффициента гармоник НЧ сигнала;
- вывод на дисплей результата измерения коэффициента гармоник НЧ сигнала.

4.5.4.2 Одноплатный промышленный компьютер обеспечивает процесс управления и обработки информации в соответствии с прикладным программным обеспечением.

В состав модуля компьютера входит:

- одноплатный компьютер;
- модуль оперативной памяти 256 МБ;
- флэш диск емкостью 512 МБ.

Компьютер управляется оригинальной операционной системой (ОС). Образ данной ОС создан на базе специализированной компонентной системы Windows XP Embedded. Особенностью этой ОС является то, что она разработана под специализированную задачу функционирования прибора и не содержит избыточных компонентов. За счет подобной оптимизации необходимый объем диска для ОС составляет 100 МБ, что существенно снижает требования к аппаратной части одноплатного компьютера и его ресурсам в процессе работы.

Выполнение алгоритма функционирования прибора осуществляется прикладным программным обеспечением. Прикладное программное обеспечение имеет модульную архитектуру. Каждый модуль представляет собой сервис, который выполняет конкретную функцию. В программном обеспечении выделена метрологически значимая часть ПО. Набор сервисов (библиотека) составляет нижний уровень программного приложения. Верхний уровень программного приложения реализует функции диспетчера задач прибора методом вызова из библиотеки на обслуживание необходимых сервисов.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
40

В приборе предусмотрены меры защиты ПО от преднамеренного и непреднамеренного изменения:

- ПО прибора не предусматривает возможность обновления или загрузки пользователем новых версий ПО;

- в режиме внешнего управления реализовано однозначное назначение каждой команды в соответствии с руководством по эксплуатации, поэтому невозможно подвергнуть ПО прибора искажающему воздействию через интерфейсы пользователя;

- без нарушения целостности конструкции прибора и заводских пломб невозможно удаление запоминающего устройства, или его замена другим устройством;

- в процессе работы в прибор невозможно ввести данные измерений, полученные вне прибора, 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.

4.5.4.3 ЖКИ дисплей обеспечивает вывод информации об измеряемых параметрах, режимах работы и сообщений о настройках прибора.

ЖКИ дисплей имеет размер диагонали 16,3 см, разрешение (640×480) пикселей и количество цветов 262144.

4.5.4.4 Преобразователя напряжения DC-AC необходим для формирования переменного напряжения для люминесцентных ламп подсветки дисплея. Модуль преобразователя запитывается непосредственно от одноплатного компьютера.

Управление работой прибора осуществляется засылкой в блоки и считыванием из блоков необходимых данных. Непосредственное взаимодействие с блоками в приборе производит узел АЦП.

4.5.4.5 Узел АЦП выполнен на двух однокристальных высокопроизводительных микроконтроллерах (МК) и микросхеме многоканального быстродействующего АЦП.

Узел АЦП является в общем процессе функционирования ведомым устройством, а компьютер ведущим. Необходимость такой структуры определяется многофункциональностью прибора и многозадачностью выполняемых измерений, требованиями высокой скорости управления и обработки данных. Микроконтроллеры и одноплатный компьютер параллельно

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

выполняют свои функции, синхронизируя работу общим прикладным программным обеспечением.

Каждый МК имеет внутреннюю Flash память для хранения микропрограмм. Передача данных между микроконтроллерами и одноплатным компьютером осуществляется микросхемами формирователями интерфейса RS-232.

Микроконтроллер 1 функционирует под управлением программы, помещенной в его внутреннюю память программ. МК 1 производит:

- инициализацию АЦП, управляет его работой при измерении входных напряжений, обеспечивает считывание данных с АЦП;

- проводит усреднение измерений по каждому каналу измерения АЦП;

- выполняет расчет ослабления ВЧ аттенюатора, выдает данные для установки ослабления входного аттенюатора;

- формирует импульсы сброса пикового детектора перед началом цикла измерения напряжений;

- передает и принимает данные с одноплатного компьютера по его запросу.

Микросхема аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует входные измеряемые напряжения по четырем входам в диапазоне от 0 до +10 В в цифровой 13-ти разрядный код.

МК 1 управляет работой АЦП через порты ввода-вывода, реализующие интерфейс I²C, и выполняет следующие функции управления АЦП:

- устанавливает номер измеряемого канала;

- устанавливает динамический диапазон измерения АЦП от 0 до +10 В;

- задает тактовые импульсы для измерения и считывания результата преобразования АЦП.

Микроконтроллер 2 осуществляет управление узлами и блоками через порты ввода-вывода и функционирует под управлением программы, помещенной в его внутреннюю память программ.

МК 2 обеспечивает периодическое считывание данных с частотомера и устройства управления.

Управление блоками и считывание данных из блоков осуществляется по последовательному каналу передачи информации. При этом последовательные данные поступают от МК 2

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

42

параллельно на все узлы и блоки прибора. Синхроимпульсы сопровождения последовательных данных поступают на каждый узел по своему каналу, который определяется мультиплексором тактовых импульсов. Выбор требуемого канала управления осуществляется МК 2 по трехпроводной шине адреса, реализованной на портах ввода-вывода.

Ряд функций управления МК 2 выполняет по цифровым каналам, реализованных на портах ввода-вывода.

4.5.4.6 Устройство управления обеспечивает интерфейс управления между пользователем и прибором и позволяет вводить режимы работы прибора, рабочие установки и настройки, производить калибровку. Для ввода данных на плате устройства управления расположено наборное поле кнопок. Конструктивно наборное поле расположено на передней панели прибора. При нажатии на кнопку логическая «1» записывается в соответствующую ячейку регистра данных, который выполнен на двух ПЛИС. МК 2 производит периодическое считывание содержимого регистра и соответственно состояния кнопок панели управления и по запросу от одноплатного компьютера передает данные о включенном режиме.

4.5.5 Описание и работа платы разводки и блока питания

4.5.5.1 Плата разводки обеспечивает распределение питающих напряжений, сигналов и команд от устройства управления на все узлы прибора. На плате разводки находится формирователь тактовых импульсов блоков.

Формирователь тактовых импульсов выполнен на базе цифрового мультиплексора и предназначен для выбора одного из шести возможных каналов засылки данных. Выбор нужного канала осуществляется по трехпроводной шине адреса цифрового мультиплексора, поступающей от МК.

Данные в блоки и импульс записи подаются через шинные формирователи.

4.5.5.2 Блок питания выполнен на базе импульсного модуля питания, обеспечивающего преобразование сетевого напряжения 220 В 50 Гц в четыре стабилизированных источника питающих напряжений постоянного тока: плюс 15 В (1 А); минус 15 В (1А); плюс 5 В (5 А); минус 5 В (1 А). Напряжения с модуля питания подаются на фильтр напряжений для дополнительной фильтрации от импульсных помех. Напряжения на платы блоков и одноплатный компьютер подаются с выходных соединителей платы фильтра напряжений.

Инь.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инь.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
43

5 Подготовка прибора к работе

5.1 Эксплуатационные ограничения:

- параметры питающей сети – в соответствии с п.4.4.36.

5.2 Распаковывание и повторное упаковывание

5.2.1 Для обеспечения сохранности прибора при транспортировании используют упаковку ВУ6 с амортизаторами из губчатой резины и картона гофрированного.

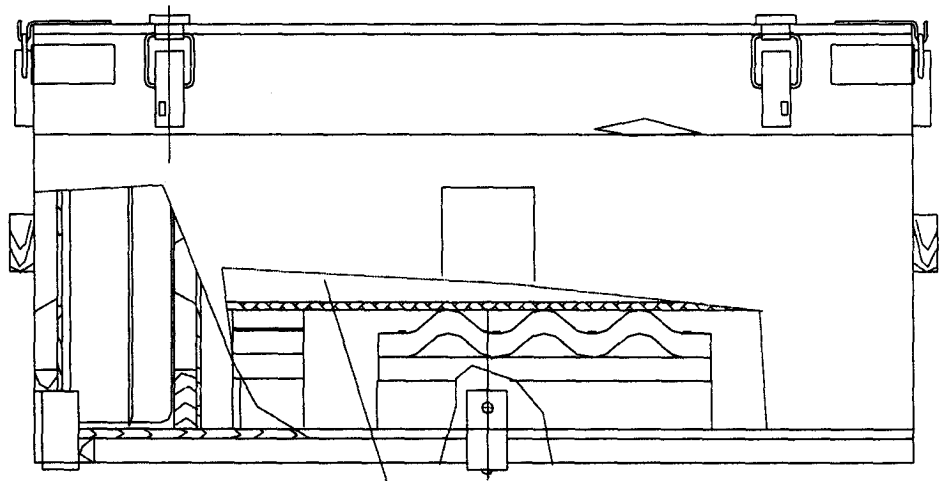
5.2.2 Распаковывание прибора после транспортирования проводят в следующей последовательности:

- вскрыть крышку транспортного ящика;
- вынуть товаросопроводительную и эксплуатационную документацию;
- вынуть из упаковки прибор;
- вынуть из транспортного ящика укладочный ящик с комбинированным комплектом ЗИП.

5.2.3 Повторное упаковывание прибора производится в следующей последовательности (рисунок 5.1):

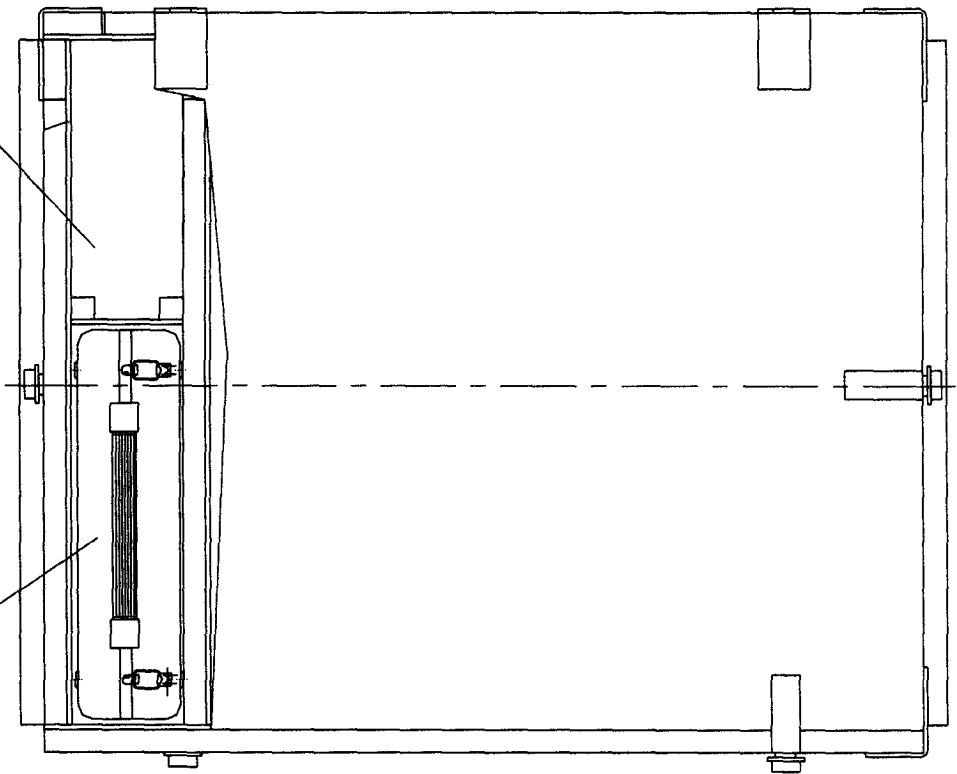
- на приборе разместить мешочки с силикагелем;
- прибор поместить в полиэтиленовый чехол, откачать воздух, чехол герметизировать (заварить, заклеить липкой лентой);
- установить прибор в транспортный ящик на амортизаторы;
- в зазоры между боковыми частями прибора и стенками ящика установить вставки из гофрированного картона;
- эксплуатационную документацию обернуть бумагой и уложить в боковой отсек транспортного ящика;
- товаросопроводительную документацию в пакете уложить на прибор;
- закрыть ящик на запоры и опломбировать на двух торцевых стенках.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						44
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Измеритель модуляции СКЗ-49

Эксплуатационная
документация



Комплект
комбинированный
в упаковке
ИЛГШ.411918.010

Рисунок 5.1 - Схема упаковки прибора

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

45

5.2.4 Упаковывание укладочного ящика с комбинированным комплектом ЗИП производить в следующей последовательности:

- уложить комбинированный комплект ЗИП в укладочный ящик в соответствии с рисунком 4.2;
- укладочный ящик с комбинированным комплектом опломбировать;
- на укладочном ящике с комбинированным комплектом разместить мешочки с силикагелем;
- укладочный ящик поместить в полиэтиленовый чехол и уложить в транспортный ящик (левый боковой отсек);
- товаросопроводительную документацию в пакете поместить под крышку ящика.

5.3 Порядок ввода в эксплуатацию прибора

5.3.1 Распаковав прибор, произведите внешний осмотр и убедитесь в отсутствии внешних повреждений. Проверьте комплектность прибора.

5.3.2 Измеритель модуляции СКЗ-49 является высокоточным и сложным прибором, требующим особо аккуратного обращения и ухода в процессе эксплуатации. Перед началом работы с прибором следует внимательно изучить руководство по эксплуатации (РЭ), ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля на передней и задней панелях прибора.

5.3.3 Рабочее место, где устанавливается прибор, не должно подвергаться вибрации и сотрясениям. Вблизи прибора не должно быть источников электромагнитных полей и помех.

5.3.4 Рабочее положение прибора – горизонтальное.

5.3.5 Рабочее место должно обеспечивать удобство работы с прибором и легкий доступ к шнуру питания, условия естественной вентиляции прибора. Во избежание перегрева прибора не допускается закрывать вентиляционные отверстия посторонними предметами и ставить на включенный прибор другие работающие приборы.

5.3.6 Тумблер включения сети прибора должен находиться в нижнем положении. Подсоединять шнур питания прибора к сети, тем самым одновременно обеспечив подключение

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						46
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

защитного заземления.

5.3.7 Вставки плавкие сети питающего напряжения расположены в соединителе для подключения шнура питания.

5.4 Подготовка к работе

5.4.1 Разместите прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции. При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе прибора не должны закрываться посторонними предметами.

5.4.2 Прибор имеет возможность подключения внешнего CRT дисплея. При необходимости работы с внешним дисплеем подключить его к розетке «ДИСПЛЕЙ» на задней панели прибора.

5.4.3 При необходимости работы прибора в составе измерительной системы подключите розетку «RS-232» прибора к розетке интерфейса RS-232 сервера измерительной системы нуль-модемным кабелем. Длина соединительного кабеля не должна превышать 3 м.

5.4.4 Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации.

5.4.5 Тумблер «СЕТЬ» прибора должен находиться в нижнем положении. Подключите шнур питания прибора к сети.

По требованию безопасности прибор соответствует нормам ГОСТ Р 52319, степень загрязнения 2, категория измерения 1.

Подключение прибора к сети питания должно осуществляться шнуром соединительным из комплекта ЗИП прибора, конструктивно обеспечивающим соединение прибора с шиной защитного заземления питающей сети.

Любой разрыв проводника защитного заземления внутри или вне прибора или отсоединение защитного заземления могут сделать прибор опасной для эксплуатации.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЛЮБОЕ ОТСОЕДИНЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ!

Следует проверить надежность защитного заземления.

При использовании прибора с другими приборами необходимо заземлить все приборы. Заземление производить раньше других присоединений, отсоединение заземления – после всех отсоединений.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

47

6 Порядок работы

6.1 Меры безопасности при работе с прибором

6.1.1 Перед началом работы внимательно изучите руководство по эксплуатации (РЭ), а также ознакомьтесь с расположением и назначением органов управления и контроля на передней и задней панелях прибора.

6.1.2 Настоящее руководство по эксплуатации содержит информацию и предупреждения, которыми потребитель должен руководствоваться для обеспечения надежной работы прибора и сохранения его в исправном состоянии.

Внутри прибора имеется напряжение 220 В и напряжение 540 В. Под потенциалом 220 В относительно корпуса находятся: контакты сетевой вилки, сетевого выключателя, сетевого фильтра и клеммы блока питания. Напряжение 540 В формируется маломощным преобразователем DC-AC – максимальный ток не превышает 6 мА. Шины напряжения 540 В не имеют гальванической связи с корпусом прибора, а сам формирователь закрыт защитным корпусом.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ В ЦЕЛЯХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОТРАВМ РАБОТАТЬ ПРИ СНЯТЫХ КРЫШКАХ ПРИБОРА.

После окончания работы с прибором тумблер «СЕТЬ» прибора должен быть установлен в нижнее положение, шнур питания отключен от питающей сети.

6.2 Расположение органов управления и подключения прибора

6.2.1 Органы управления и подключения прибора расположены на передней (рисунок 6.1) и задней (рисунок 6.2) панелях прибора.

Назначение органов управления и подключения приведено в таблице 6.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
48

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

49

Формат А4

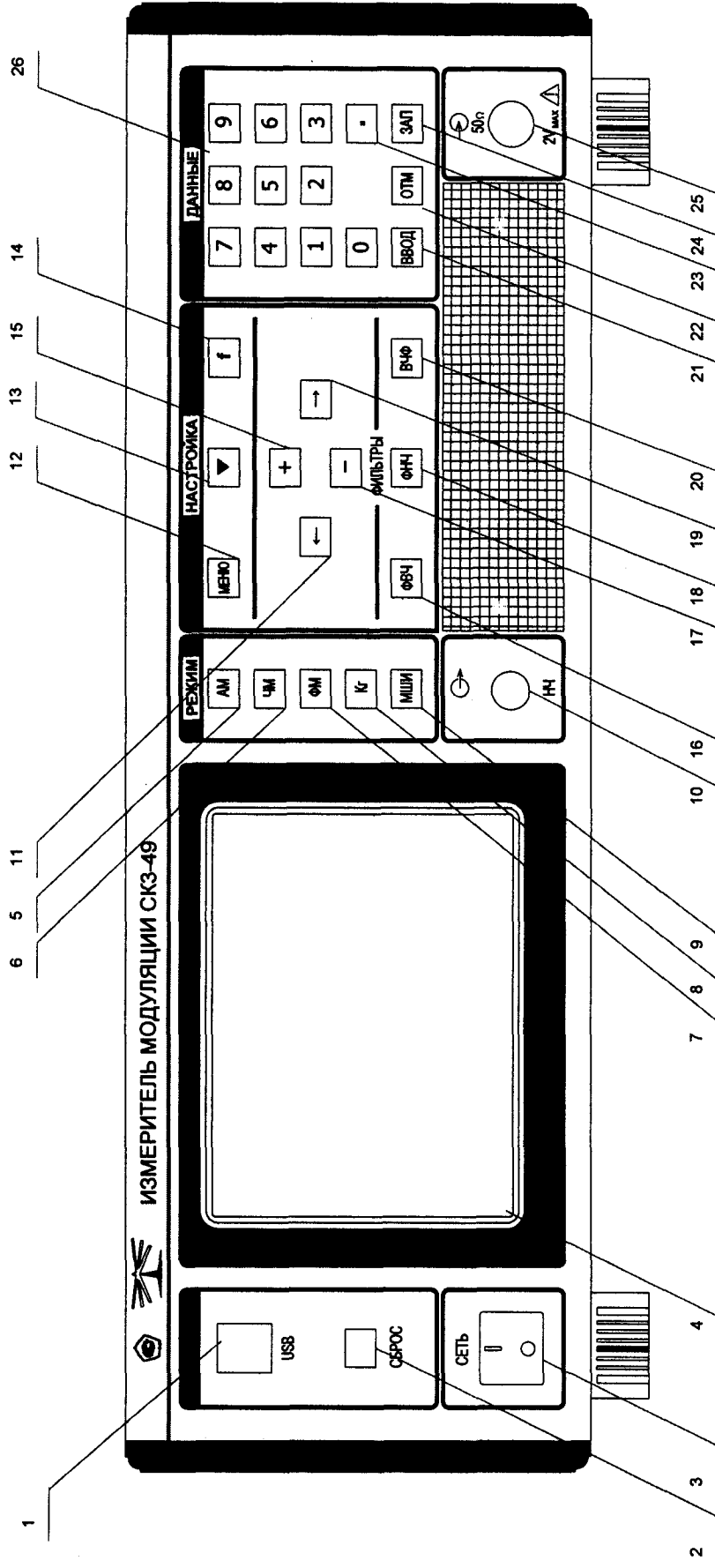


Рисунок 6.1 - Измеритель модуляции СКЗ-49 (передняя панель)

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

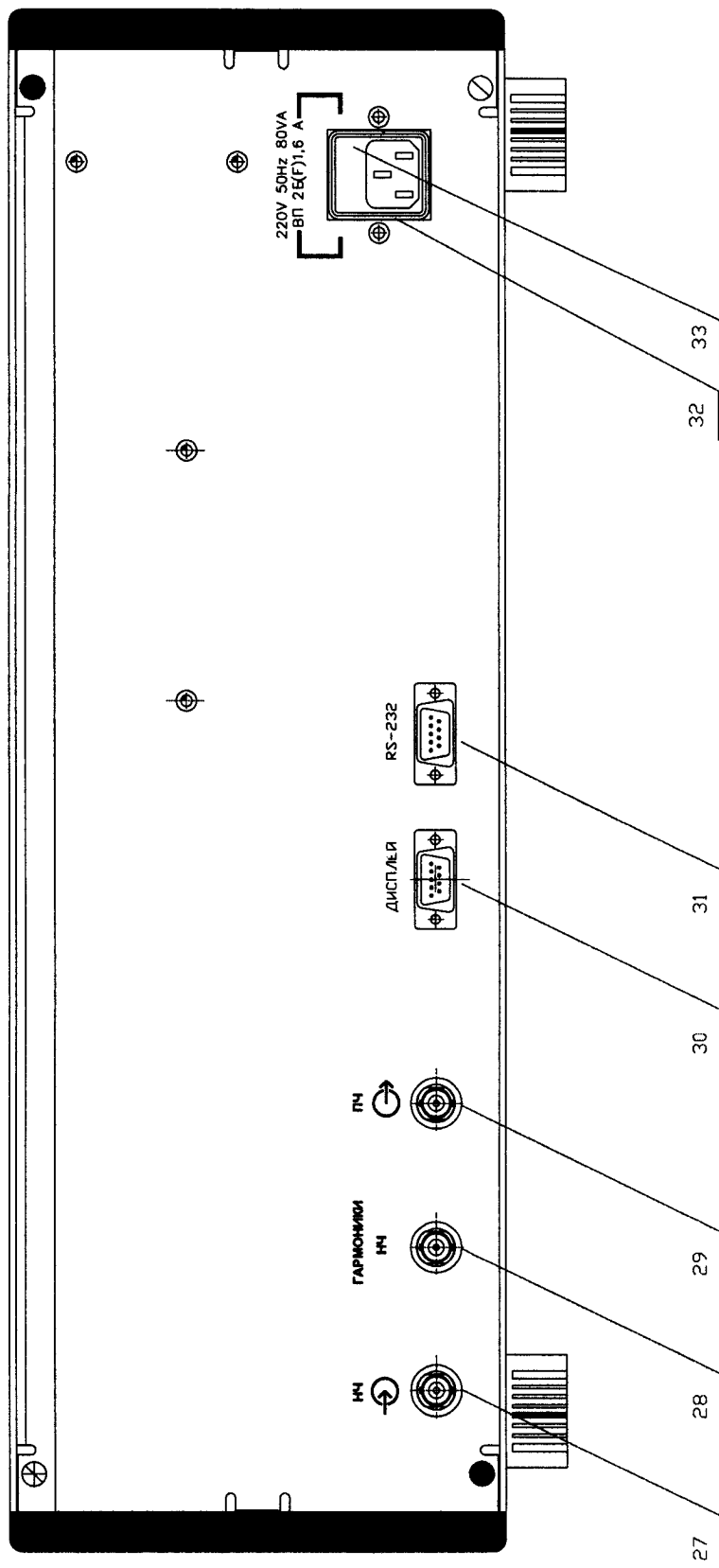


Рисунок 6.2 - Измеритель модуляции СКЗ-49 (задняя панель)


Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

50

Таблица 6.1 – Органы управления и подключения прибора

Позиции по рисункам 6.1, 6.2	Маркировка	Назначение
1	USB	Разъемы для подключения внешнего оборудования к компьютеру прибора
2	СБРОС	Кнопка перезапуска компьютера
3	СЕТЬ I-0	Тумблер включения питания
4		Дисплей - отображение измеряемых параметров, режимов работы и установок
5	АМ	Кнопка включения режима «АМ»
6	ЧМ	Кнопка включения режима «ЧМ»
7	ФМ	Кнопка включения режима «ФМ»
8	КГ	Кнопка включения режима измерения коэффициента гармоник
9	МШИ	Кнопка включения малошумящего режима измерений
10	 НЧ	Разъем выхода сигнала НЧ
11	←	Кнопка перемещения активной зоны на дисплее влево
12	МЕНЮ	Кнопка вывода на дисплей таблицы настройки параметров
13	▼	Кнопка включения режима калибровки
14	f	Кнопка включения режима ручной установки частоты

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

51

Продолжение таблицы 6.1

Позиции по рисункам 6.1, 6.2	Маркировка	Назначение
15	+	Кнопка включения измерения положительного пикового значения сигнала модуляции и перемещения по строкам в таблице меню вверх
16	ФВЧ	Кнопка установки полосы фильтра верхних частот
17	-	Кнопка включения измерения отрицательного пикового значения сигнала модуляции и перемещения по строкам в таблице меню вниз
18	ФНЧ	Кнопка установки полосы фильтра нижних частот
19	→	Кнопка перемещения активной зоны на дисплее вправо
20	ВЧФ	Кнопка установки полосы высокочастотного фильтра по входу прибора
21	ВВОД	Кнопка ввода значения параметра после его набора
22	ОТМ	Кнопка отмены набора последней цифры
23	.	Точка – разделительный символ при наборе дробной части числа
24	ЗАП	Кнопка записи данных
25	 50 Ω 2V _{MAX} 	Разъем для подключения источника ВЧ сигнала
26	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 0	Кнопки цифрового набора параметра

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

52

Продолжение таблицы 6.1

Позиции по рисункам 6.1, 6.2	Маркировка	Назначение
27	НЧ ⊖	Разъем входа внешнего сигнала НЧ
28	ГАРМОНИКИ НЧ	Разъем выхода гармоник НЧ сигнала модуляции
29	ПЧ ⊖	Разъем выхода сигнала ПЧ
30	ДИСПЛЕЙ	Разъем для подключения внешнего CRT дисплея
31	RS-232	Разъем для подключения канала связи по шине RS-232
32	220 V 50 Hz 80 VA ВП 2Б(F) 1,6 А	Розетка для подключения шнура питания и предохранители
33		Место расположения предохранителей

6.3 Описание программного интерфейса

6.3.1 Рабочая программа прибора СКЗ-49 обеспечивает вывод данных на дисплей прибора в виде отдельных информационных заставок – окон, совокупность которых представляет программный интерфейс прибора. Каждое окно отображает набор информационных сообщений: значения измеряемых величин, включенные режимы и установленные параметры, сообщения о превышении диапазонов измерений, процессах настройки и калибровки.

Все информационные окна, выводимые на экран дисплея, разделены на три группы. В первую группу входят информационные окна режимов работы прибора «ИЗМЕРЕНИЕ». Во вторую группу входят информационные окна пользовательских установок «МЕНЮ». Третью группу составляют информационные окна режима «КАЛИБРОВКА».

Интв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Интв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

53

Вид информационных окон программного интерфейса прибора СКЗ-49 аналогичен виду типичного «Windows»-приложения.

6.3.2 После включения прибора и загрузки программы на экране появляется окно программного интерфейса «ИЗМЕРЕНИЕ». В зависимости от режима измерения параметра модуляции включается одно из трех окон:

- окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ АМ»;
- окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ ЧМ»;
- окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ ФМ».

Внешний вид этих информационных окон приведен на рисунках 6.3; 6.4; 6.5.

Включение режима измерения параметра модуляции и соответствующего ему окна производится кнопками «АМ»; «ЧМ»; «ФМ».

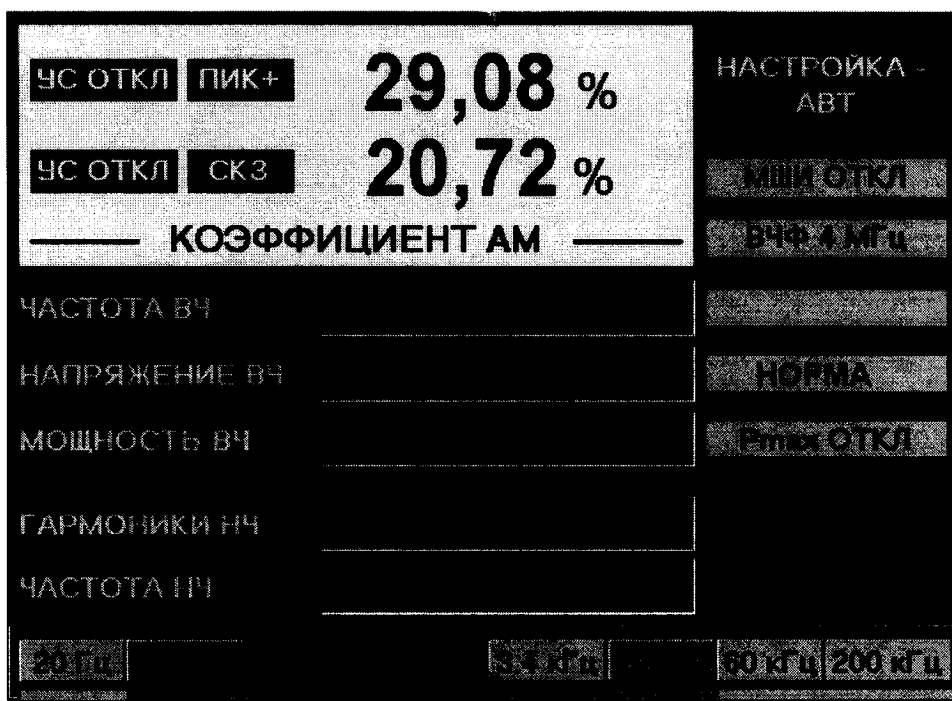


Рисунок 6.3 – Окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ АМ»

Инв.№ подл.	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

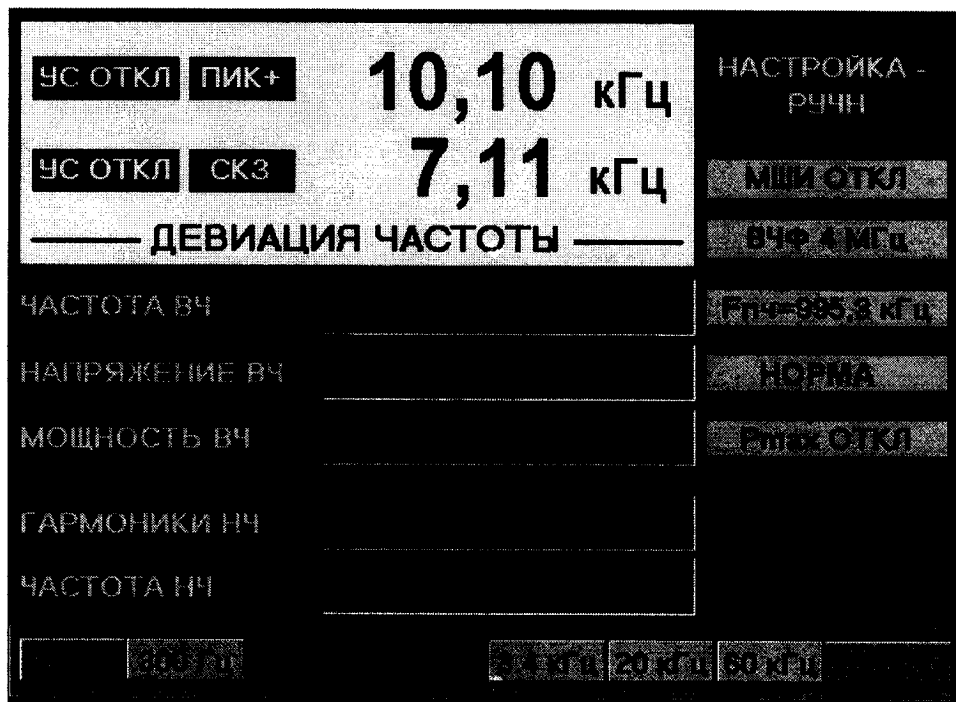


Рисунок 6.4 – Окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ ЧМ»

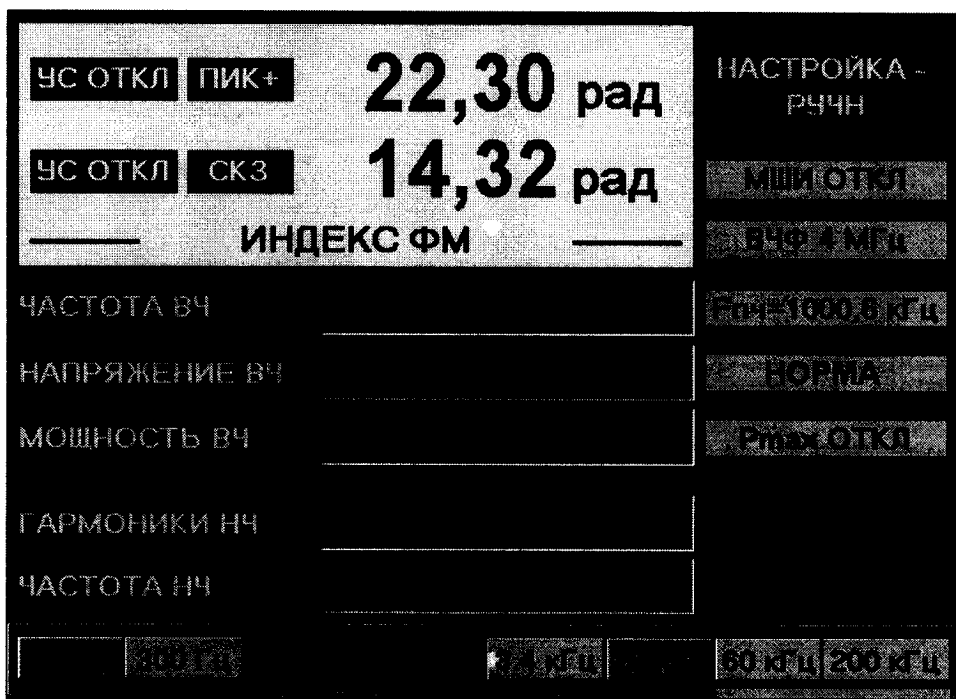


Рисунок 6.5 – Окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ ФМ»

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						55
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Информационное окно «ИЗМЕРЕНИЕ» состоит из информационных строк, объединенных в локальные зоны. В таблице 6.2 приведено назначение строк и зон информационного окна «ИЗМЕРЕНИЕ».

Таблица 6.2

Наименование зоны (строки)	Назначение
«КОЭФФИЦИЕНТ АМ»	Зона измерения параметров модуляции в режиме «АМ»
«ДЕВИАЦИЯ ЧАСТОТЫ»	Зона измерения параметров модуляции в режиме «ЧМ»
«ИНДЕКС ФМ»	Зона измерения параметров модуляции в режиме «ФМ»
«+ПИК» «-ПИК» «СКЗ»	Строки пикового и среднеквадратического значений: - девиации частоты в режиме «ЧМ» - коэффициента амплитудной модуляции в режиме «АМ» - индекса фазовой модуляции в режиме «ФМ»
«УС»	Зона сообщения об установленном значении усреднения параметра модуляции
«ЧАСТОТА ВЧ»	Строка измеренного или установленного значения частоты ВЧ сигнала
«НАПРЯЖЕНИЕ ВЧ»	Строка измеренного значения напряжения ВЧ сигнала
«МОЩНОСТЬ ВЧ»	Строка измеренного значения мощности ВЧ сигнала
«ГАРМОНИКИ НЧ»	Строка измеренного значения гармоник огибающей сигнала модуляции
«ЧАСТОТА НЧ»	Строка измеренного значения частоты НЧ сигнала
«ПОЛОСА НЧ»	Зона установки полосы фильтров ФНЧ и ФВЧ
«20Гц» «300Гц»	Зона выбора значения фильтра ФВЧ
«3,4кГц» «20кГц» «60кГц» «200кГц»	Зона выбора значения фильтра ФНЧ
«МШИ»	Строка индикации включения режима «МШИ»
«ВЧФ»	Строка выбора значения фильтра ВЧФ
«НАСТРОЙКА АВТ» «НАСТРОЙКА РУЧН»	Зона индикации режима настройки на несущую частоту ВЧ сигнала – автоматическая или ручная
Фпч = 1,005МГц	Зона вывода измеренного значения частоты ПЧ
«Рmax ОТКЛ» «Рmax ВКЛ»	Строка индикации измерения большой мощности
«НОРМА» «МАЛО» «МНОГО»	Строка сообщений о соответствии напряжения несущей частоты рабочему диапазону напряжений прибора

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
56

Включение режимов работы прибора и различных установок в интерфейсных окнах осуществляется кнопками с панели управления прибора.

6.3.3 Вторая совокупность информационных окон объединена в группу пользовательских и заводских установок «МЕНЮ».

Включение исходного окна этого режима осуществляется кнопкой «МЕНЮ» на панели прибора. При этом на табло появляется окно программного интерфейса «МЕНЮ».

Внешний вид информационного окна приведен на рисунке 6.6.

УСРЕДНЕНИЕ АМ ПИК	0	ОТКЛ
УСРЕДНЕНИЕ АМ СКЗ	0	ОТКЛ
УСРЕДНЕНИЕ ЧМ ПИК	0	ОТКЛ
УСРЕДНЕНИЕ ЧМ СКЗ	0	ОТКЛ
УСРЕДНЕНИЕ ФМ ПИК	0	ОТКЛ
УСРЕДНЕНИЕ ФМ СКЗ	1	ВКЛ
УСРЕДНЕНИЕ ДИЧ	10	ОТКЛ
УСРЕДНЕНИЕ РЧ	10	ОТКЛ
Режим РЧМ		ОТКЛ
Вход ЧЧ		ОТКЛ
ДИАГНОСТИКА		ПУСК
СЕТЕВОЙ АДРЕС	1	
НАСТРОЙКИ		ПАРОЛЬ

Рисунок 6.6 – Окно программного интерфейса прибора в режиме «МЕНЮ»

Выход из режима «МЕНЮ» и возврат в режим «ИЗМЕРЕНИЕ» осуществляется нажатием на одну из кнопок измерения модуляционного параметра «АМ»; «ЧМ»; «ФМ».

Окно программного интерфейса прибора в режиме «МЕНЮ» состоит из зоны параметров и зоны установок значений параметров. В таблице 6.3 приведено назначение строк и зон информационного окна «МЕНЮ».

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Таблица 6.3

Наименование зоны (строки)	Назначение
«УСРЕДНЕНИЕ АМ ПИК» «УСРЕДНЕНИЕ АМ СКЗ» «УСРЕДНЕНИЕ ЧМ ПИК» «УСРЕДНЕНИЕ ЧМ СКЗ» «УСРЕДНЕНИЕ ФМ ПИК» «УСРЕДНЕНИЕ ФМ СКЗ» «УСРЕДНЕНИЕ $U_{вч}$ » «УСРЕДНЕНИЕ $F_{вч}$ »	Строки установки значения величины усреднения по каждому параметру
«РЕЖИМ P_{max} »	Строка включения режима измерения большой мощности (перед включением необходимо ознакомиться с правилами работы в данном режиме)
«ВХОД НЧ»	Строка включения входа НЧ прибора
«ДИАГНОСТИКА»	Строка включения режима диагностики прибора
«СЕТЕВОЙ АДРЕС»	Строки установки значения сетевого адреса прибора
«НАСТРОЙКИ»	Строка перехода в подменю регулировок параметров

Все строки «МЕНЮ», за исключением строки «НАСТРОЙКИ», доступны для установок пользователю.

Строка «НАСТРОЙКИ» обеспечивает переход в следующие окна «МЕНЮ», где производится заводская диагностика прибора. Переход к этим окнам возможен только при наборе кода доступа во время выпуска и ремонта прибора.

6.3.4 Третья совокупность информационных окон интерфейса объединены в группу «КАЛИБРОВКА» и реализуют режим внешних и внутренних калибровок.

Включение окна этого режима осуществляется кнопкой «▼» на передней панели прибора. При этом на табло появляется окно программного интерфейса соответствующее режиму внутренней калибровки прибора. Вид информационного окна в режиме внутренней калибровки приведен на рисунке 6.7.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

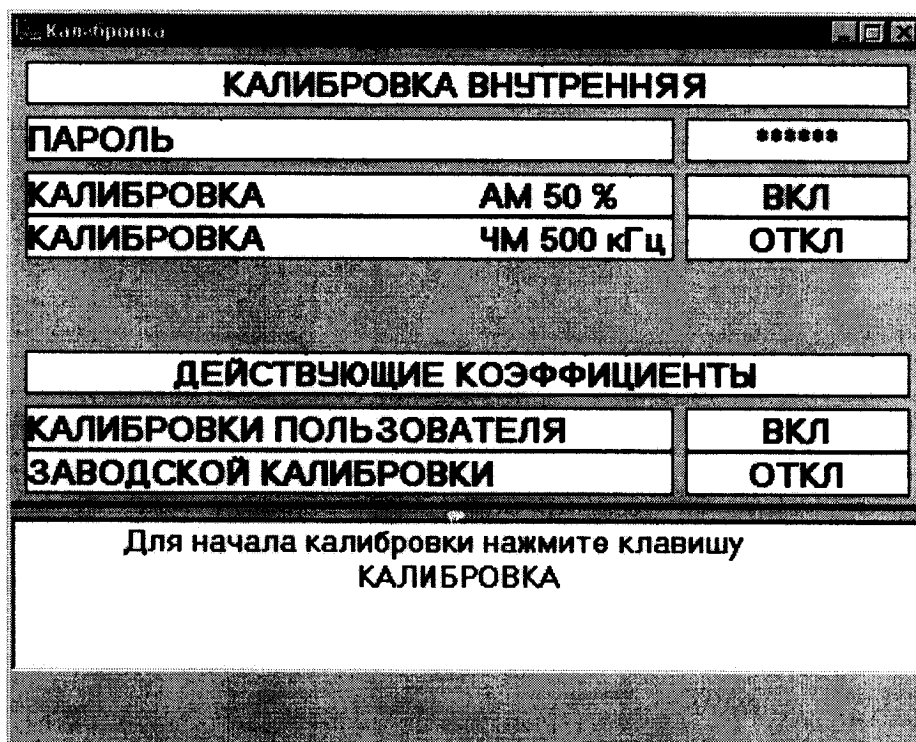


Рисунок 6.7 – Окно интерфейса прибора в режиме «КАЛИБРОВКА ВНУТРЕННЯЯ»

Окно программного интерфейса прибора в режиме внутренней калибровки состоит из зоны параметров и зоны установок значений параметров. В таблице 6.4 приведено назначение строк и зон информационного окна «КАЛИБРОВКА».

Таблица 6.4

Наименование зоны (строки)	Назначение
«КАЛИБРОВКА ВНУТРЕННЯЯ»	Информационная строка режима калибровки
«АМ 50 %» «ЧМ 500 кГц»	Строки включения режимов калибровки
«ПАРОЛЬ»	Зона набора цифрового кода для перехода в режим внешней калибровки
«ДЕЙСТВУЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ»	Информационная строка коэффициентов калибровки
«КАЛИБРОВКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ» «ЗАВОДСКОЙ КАЛИБРОВКИ»	Информационные строки действующих калибровочных коэффициентов (калибровка поверителя или заводская калибровка)

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

59

Выход из режима калибровки и возврат в режим «ИЗМЕРЕНИЕ» осуществляется автоматически после завершения калибровки.

Строка «ПАРОЛЬ» обеспечивает переход в следующее окно калибровки.

Вид информационного окна в режиме внешней калибровки приведен на рисунке 6.8.

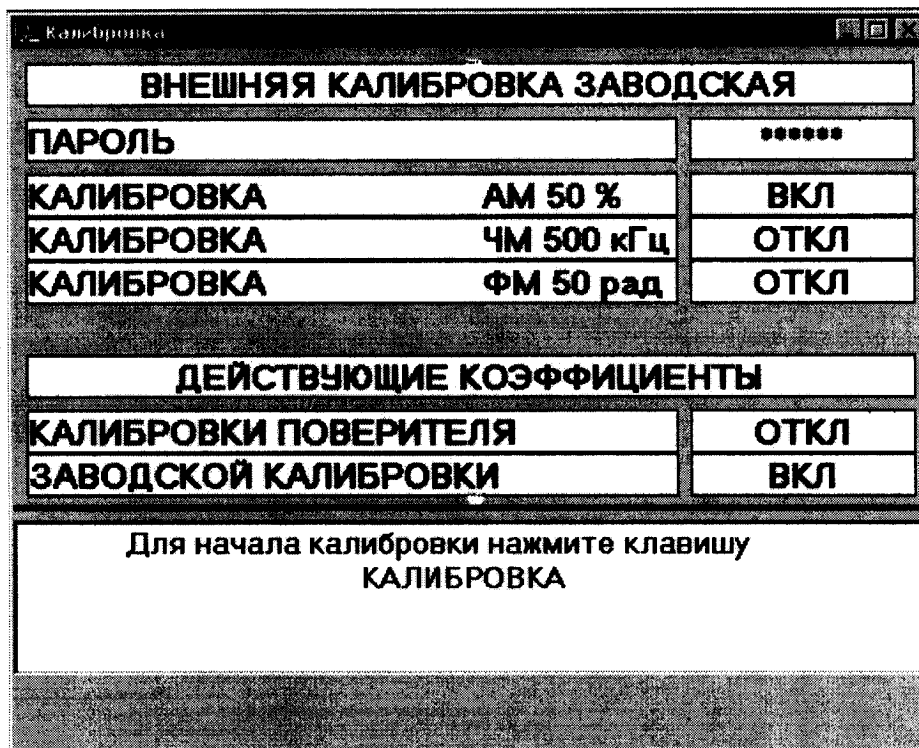


Рисунок 6.8 – Окно интерфейса прибора в режиме «КАЛИБРОВКА ВНЕШНЯЯ»

При внешней калибровке производится сличение сигнала калибратора прибора с внешними эталонными сигналами образцовых измерительных установок («привязка» сигнала внутреннего калибратора к внешнему эталонному сигналу). Переход к окну внешней калибровки возможен только при наборе кода доступа во время поверки, выпуске и ремонте прибора.

Окно программного интерфейса прибора в режиме внешней калибровки состоит из зоны параметров и зоны установок значений параметров. В таблице 6.5 приведено назначение строк и зон информационного окна «КАЛИБРОВКА».

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
60

Таблица 6.5

Наименование зоны (строки)	Назначение
«ВНЕШНЯЯ КАЛИБРОВКА ЗАВОДСКАЯ» «ВНЕШНЯЯ КАЛИБРОВКА ПОВЕРИТЕЛЯ»	Информационная строка режима калибровки
«ПАРОЛЬ»	Зона набранного цифрового кода режима внешней калибровки
«АМ 50%» «ЧМ 500кГц» «ФМ 50рад»	Строки включения режимов калибровки
«ДЕЙСТВУЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ»	Информационная строка коэффициентов калибровки
«КАЛИБРОВКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ» «ЗАВОДСКОЙ КАЛИБРОВКИ»	Строки включения действующих калибровочных коэффициентов (калибровка поверителя или заводская калибровка)

Для выхода из режима внешней калибровки необходимо после её завершения провести запись калибровочных коэффициентов кнопкой «ЗАП».

6.4 Подготовка к проведению измерений

6.4.1 Кнопку «СЕТЬ» прибора установить во включенное положение. При этом, примерно через 5 с, должен засветиться экран дисплея.

6.4.2 На экране дисплея после включения будет отображаться процесс загрузки в компьютере прибора операционной системы «Windows XP Embedded», а затем рабочей программы прибора.

После завершения установки рабочей программы (примерно через 1 минуту после включения прибора) на дисплей будет выведено окно программного интерфейса «ИЗМЕРЕНИЕ».

6.4.3 После пятнадцатиминутного самопрогрева включите калибровку прибора.

Если калибровку проводить нет необходимости, данный режим можно пропустить.

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

6.4.4 Сигнал ВЧ от внешнего источника сигнала подать на розетку прибора « \ominus » кабелем ЯНТИ.685671.002 из комплекта ЗИП прибора.

ВНИМАНИЕ! МАКСИМАЛЬНОЕ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ (МОЩНОСТИ), ПОДАВАЕМОЕ НА РОЗЕТКУ « \ominus » ПРИБОРА, НЕ ДОЛЖНО ПРЕВЫШАТЬ 2 В (80 МВТ).

В приборе предусмотрен режим измерения параметров сигнала в режиме большой мощности несущего сигнала: значение мощности до 50 Вт в диапазоне несущих частот от 0,1 до 500 МГц с внешним проходным аттенуатором. Аттенуатор проходной 30 дБ ИЛГШ.434821.009 поставляется по отдельному заказу.

Для проведения измерений в режиме большой мощности выполните следующие соединения:

- подключите к розетке прибора « \ominus » через переход коаксиальный ЯНТИ.434541.002 из комплекта ЗИП прибора аттенуатор проходной 30 дБ ИЛГШ.434821.009;
- ВЧ сигнал от внешнего источника сигнала подайте на входную розетку аттенуатора проходного кабелем ЯНТИ.685671.002 из комплекта ЗИП прибора.

Включите режим «МЕНЮ». Кнопками «+» и «-» в окне «МЕНЮ» выделите строку «Режим Pmax» и установите ее кнопкой «ВВОД» в состояние «ВКЛ». Включите режим «ИЗМЕРЕНИЕ». В строке «НАПРЯЖЕНИЕ ВЧ» должно быть выведено предупреждение «Pmax ВКЛ».

ВНИМАНИЕ! МАКСИМАЛЬНОЕ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ (МОЩНОСТИ), ПОДАВАЕМОЕ НА РОЗЕТКУ АТТЕНЮАТОРА ПРОХОДНОГО В РЕЖИМЕ «P max», НЕ ДОЛЖНО ПРЕВЫШАТЬ 50 В (50 ВТ).

При измерении больших мощностей в нормальных условиях эксплуатации предельная продолжительность непрерывной подачи мощности на аттенуатор проходной должна быть ограничена следующими значениями:

- 2 минуты при значении мощности от 20 до 50 Вт;
- 3 минуты при значении мощности от 10 до 20 Вт;
- 5 минут при значении мощности ≤ 10 Вт;

Последующая повторная подача мощности допустима через промежуток времени, равный 5 минутам. При меньшем времени подачи мощности время перерыва в подаче мощности может быть пропорционально сокращено.

Подп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв.№	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

						ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист 62
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

6.4.5 В случае, если в процессе работы произошел сбой в программе, который проявился в нарушении управления прибора, или компьютером прибора на дисплей выдано соответствующее сообщение, то следует перезагрузить программу.

Перезапуск выполняется кнопкой «СБРОС».

6.5 Настройка прибора в процессе проведения измерений

6.5.1 Настройка прибора при проведении измерений включает следующие операции:

- выбор способа настройки на несущую частоту;
- установка полосы НЧ;
- установка усреднения измеряемых значений;
- включение входа НЧ (вспомогательный режим).

6.5.2 Настройка прибора на несущую частоту ВЧ сигнала может быть выполнена в автоматическом или ручном режимах.

Автоматический режим устанавливается после включения прибора. В режиме автоматической настройки прибор осуществляет измерение частоты сигнала и по результатам измерения производит настройку на частоту сигнала. Изменение режима настройки осуществляется кнопкой « f » на передней панели прибора. В режиме автоматической настройки в правой стороне дисплея выводится сообщение о включенном режиме настройки: «НАСТРОЙКА АВТ».

Ручная настройка на частоту сигнала осуществляется набором цифрового значения несущей частоты кнопками панели управления. Размерность набранного значения частоты должна быть в мегагерцах.

Ручной набор частоты применяется для повышения удобств в процессе измерений. Например, при работе на одной частоте сигнала можно исключить периодический процесс настройки на частоту и уменьшить время настройки при смене источников сигнала. Ручной набор частоты применяется также при возникновении сбоев автоматической настройки на частоту ВЧ сигнала. Например: при наличии в спектре сигнала гармонических или негармонических составляющих большого уровня, при большом значении коэффициента амплитудной модуляции. Для выполнения настройки на частоту ВЧ сигнала в режиме ручной настрой-

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
63

ки включить кнопкой « f » на передней панели прибора режим «НАСТРОЙКА РУЧ». Кнопками «1» «2» «3» «4» «5» «6» «7» «8» «9» «0» «.» провести цифровой набор значения частоты. Кнопкой «ВВОД» выполнить ввод значения частоты. При ошибке в наборе значения частоты кнопкой «ОТМ» (до нажатия кнопки «ВВОД») можно удалить в числе последний знак при каждом однократном нажатии.

Набор должен осуществляться в рабочем участке диапазона частот: от 0,100 до 2499,000 МГц. Количество знаков после запятой должно быть ограничено тремя разрядами. При попытке набрать большее количество знаков производится блокировка дальнейшего набора.

При неверном наборе частоты прибор не сможет провести преобразование частоты ВЧ сигнала на номинальное значение частоты ПЧ и провести дальнейшие измерения. В ряде случаев контролировать значение частоты ПЧ удобно по индикатору, расположенному в зоне режима настройки. При правильной настройке на частоту ВЧ сигнала значение частоты ПЧ должно составлять $(1,0 \pm 0,05)$ МГц или $(2,0 \pm 0,1)$ МГц в зависимости от включенной шкалы измерения девиации частоты. В диапазоне частот от 0,1 до 4 МГц преобразование частоты не выполняется и индикатор частоты ПЧ будет показывать значение частоты несущего сигнала. Пользоваться данным индикатором можно при значениях коэффициента АМ не более 80 %.

При настройке в диапазоне частот от 0,1 до 4 МГц включается прямое прохождение сигнала (без преобразования). На этом участке диапазона выполняется дополнительная фильтрация гармоник сигнала. Включение необходимого фильтра производится кнопкой «ВЧФ» и далее кнопками «←» «→». Сообщение о включенном фильтре выводится в строку ВЧФ окна интерфейса «ИЗМЕРЕНИЕ». В таблице 6.6 приведено рекомендованное значение фильтра для обеспечения фильтрации гармоник сигнала на участках диапазона частот от 0,1 до 4 МГц.

Таблица 6.6

Диапазон частот ВЧ сигнала, МГц	ВЧФ, МГц
0,1 – 0,15	0,15
0,8 – 1,4	1,4
1,4 – 2	2
2,5 – 4	4

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

6.5.3 Полоса НЧ при измерении модуляционных параметров устанавливается фильтрами верхних и нижних частот.

Для установки фильтра верхних частот нажмите кнопку «ФВЧ» и далее кнопками «←» «→» включите один из двух фильтров 0,02 кГц или 0,3 кГц.

Для установки фильтра нижних частот нажмите кнопку «ФНЧ» и далее кнопками «←» «→» включите один из фильтров: 3,4 кГц; 20 кГц; 60 кГц; 200 кГц.

Частота включенных фильтров ФВЧ и ФНЧ отображается в зоне «ПОЛОСА НЧ», расположенной в нижней части окна интерфейса «ИЗМЕРЕНИЕ».

Для обеспечения малых шумов рекомендуется включать минимально возможную полосу измерения. Для обеспечения малой погрешности измерения в диапазоне модулирующих частот рекомендуется включать ФНЧ в соответствии с таблицей 6.7.

Таблица 6.7

Диапазон модулирующих частот, кГц	ФНЧ, кГц
0,02 – 0,4	3,4
0,4 – 15	20
15 – 45	60
45 – 200	200

6.5.4 Для уменьшения влияния медленных флуктуаций измеряемых значений в приборе предусмотрено усреднение этих параметров. Усреднение рекомендуется использовать для обеспечения минимальной погрешности измерения.

Усреднение может быть установлено отдельно по каждому из следующих параметров: «АМ ПИК»; «АМ СКЗ»; «ЧМ ПИК»; «ЧМ СКЗ»; «ФМ ПИК»; «ФМ СКЗ»; «НАПРЯЖЕНИЕ ВЧ»; «ЧАСТОТА ВЧ». Значение величины усреднения может устанавливаться по каждому параметру в пределах от 1 до 20 отсчетов.

Для установки усреднения включите режим «МЕНЮ». В зоне «УСРЕДНЕНИЕ» кнопками «+» «-» выберите строку параметра усреднения, нажмите кнопку «ОТМ», для отмены предыдущего значения, и цифровыми кнопками наберите количество усреднений. Не рекомендуется устанавливать количество усреднений более 10, так как при увеличении числа усреднений

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

пропорционально возрастет время измерения. При максимальном значении усреднения время одного измерения может составить порядка 1 минуты.

Установленное значение параметра усреднения будет выведено также в строку параметра модуляции окна «ИЗМЕРЕНИЯ».

6.5.5 Вход НЧ (находится на задней панели прибора) включается при проведении поверки встроенного измерителя коэффициента гармоник и частотомера сигнала модуляции.

Для включения входа НЧ включите режим «МЕНЮ». Кнопками «+» «-» выберите строку «ВХОД НЧ» и кнопкой «ВВОД» установите ее в состояние «ВКЛ». Включите кнопкой «Кг» окно «ИЗМЕРЕНИЕ». Внешний вид информационного окна при включенном входе НЧ приведен на рисунке 6.9.

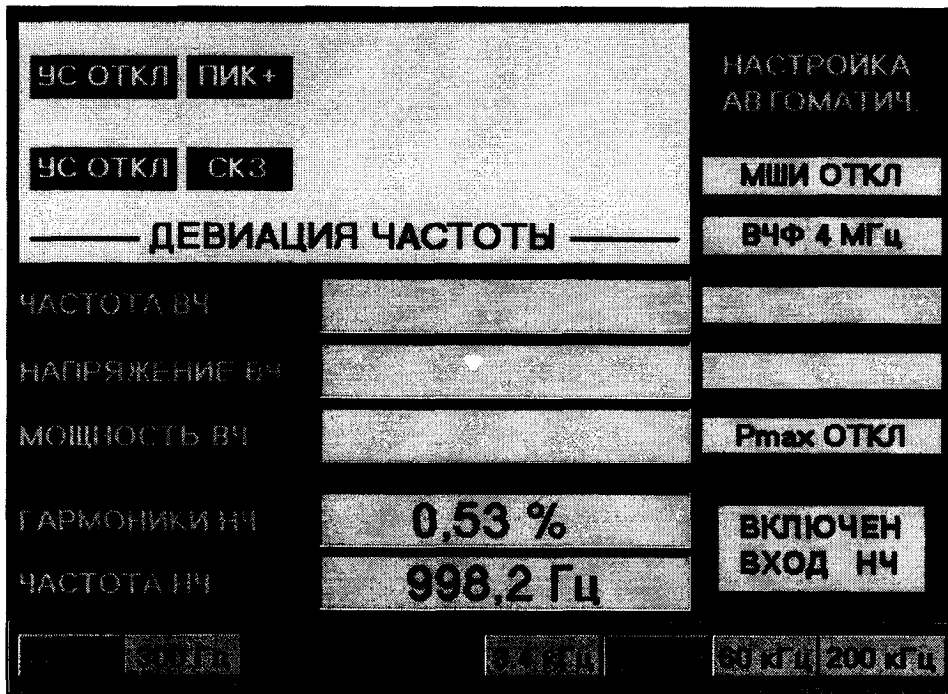


Рисунок 6.9 – Окно программного интерфейса прибора в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ» при включенном входе НЧ

В окне «ИЗМЕРЕНИЕ» активна только зона измерителя коэффициента гармоник. После поверки измерителя коэффициента гармоник установите вход НЧ в состояние «ОТКЛ».

Инд.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инд.№ дубл.
Подп. и дата	
Инд.№ подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

66

6.6 Режимы калибровки

6.6.1 В приборе предусмотрены два режима автоматической калибровки:

- режим внутренней калибровки;
- режим внешней калибровки;

6.6.2 Режим внутренней калибровки проводится для уменьшения погрешности измерения.

Для включения калибровки нажмите кнопку «▼» на передней панели прибора.

В окне программного интерфейса внутренней калибровки прибора в зоне режимов калибровки автоматически устанавливается режим калибровки параметра (АМ или ЧМ), который был установлен в окне «ИЗМЕРЕНИЕ».

Если необходимо изменить режим калибровки, то переместите выделенную зону на строку соответствующего режима и нажмите кнопку «ВВОД».



Перемещение по строкам осуществляется кнопками «+» и «-». Переключение значений «ВКЛ» и «ОТКЛ», выполняется кнопкой «ВВОД».

Для начала калибровки повторно нажмите кнопку «▼».

Выход из режима внутренней калибровки осуществляется автоматически после завершения процесса калибровки.

Внутренняя калибровка режима «ФМ» отдельно не выполняется, а производится автоматически при проведении калибровки режима «ЧМ».

6.6.3 Режим внешней калибровки проводится для сличения сигнала внутреннего калибратора прибора с сигналами эталонных установок.

Для проведения внешней калибровки АМ необходимо подать сигнал с розетки «» установки К2-83 на розетку «» измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Установить на установке К2-83 несущую частоту 25 МГц, напряжение несущей 100 мВ, модулирующую частоту 1 кГц, коэффициент АМ 50 %. Выполнить калибровку установки К2-83.

Нажать кнопку «▼». На дисплее должно появиться окно калибровки. Выбрать строку «ПАРОЛЬ» и набрать цифровое значение ключа. Нажать кнопку «ВВОД». При правильном наборе ключа прибор должен перейти в режим внешней калибровки. В приборе предусмотре-

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист



67

но два значения ключа для проведения и сохранения параметров двух калибровок: «ЗАВОДСКАЯ КАЛИБРОВКА» - проводится при выпуске изготовителем (доступна только изготовителю) и «КАЛИБРОВКА ПОВЕРИТЕЛЯ» - проводится, при необходимости, поверителем в процессе эксплуатации при поверке или после ремонта прибора.

Выбрать в открывшемся окне внешней калибровки строку «КАЛИБРОВКА АМ» и установить ее кнопкой «ВВОД» в состояние «ВКЛ». Нажать кнопку «▼» для начала внешней калибровки.

Перед занесением в таблицу калибровочных параметров должен быть выполнен запрос на разрешения записи. Запись производится после нажатия кнопки «ЗАП», при запрете нажать кнопку «ОТМ». Для выхода из режима внешней калибровки необходимо после её завершения и записи калибровочных коэффициентов провести перезапуск прибора кнопкой «СБРОС».

В окне интерфейса внешней калибровки есть возможность установки калибровочных значений, полученных поверителем, либо калибровочных значений, установленных на заводе-изготовителе. В первом случае необходимо установить в зоне «ДЕЙСТВУЮЩИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ» в строке «КАЛИБРОВКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ» кнопкой «ВВОД» значение «ВКЛ». Для использования заводских калибровок установите строку «ЗАВОДСКОЙ КАЛИБРОВКИ» в состояние «ВКЛ».

6.6.4 Для проведения внешней калибровки ЧМ необходимо подать сигнал с розетки «» установки К2-85 на розетку «» измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Установить на установке К2-85 несущую частоту сигнала калибратора равной 50 МГц, напряжение несущей 150 мВ, модулирующую частоту 1 кГц, девиацию частоты 500 кГц. Проведите калибровку установки К2-85.

Нажать на измерителе модуляции кнопку «▼». На дисплее должно появиться окно калибровки. Выбрать строку «ПАРОЛЬ» и набрать цифровое значение ключа. Нажать кнопку «ВВОД». При правильном наборе ключа прибор должен перейти в режим внешней калибровки. Выбрать в открывшемся окне внешней калибровки строку «КАЛИБРОВКА ЧМ» и установить ее в состояние «ВКЛ». Нажать кнопку «▼» для начала внешней калибровки.



Последующие процедуры выполняются также как и при внешней калибровке АМ (п. 6.6.3).



Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
68


6.6.5 Для проведения внешней калибровки ФМ необходимо подать сигнал с розетки «» установки К2-85 на розетку «» измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01. Установить на установке К2-85 несущую частоту сигнала равной 50 МГц, напряжение несущей 150 мВ, модулирующую частоту 1кГц, индекс ФМ 50 рад. Проведите калибровку установки К2-85.

Нажать на измерителе модуляции кнопку «». На дисплее должно появиться окно калибровки. Выбрать строку «ПАРОЛЬ» и набрать цифровое значение ключа. Нажать кнопку «ВВОД». При правильном наборе ключа прибор должен перейти в режим внешней калибровки. Выбрать в открывшемся окне внешней калибровки строку «КАЛИБРОВКА ФМ» и установить ее в состояние «ВКЛ». Нажать кнопку «» для начала внешней калибровки.

Последующие процедуры выполняются также как и при внешней калибровке АМ (п. 6.6.3).

6.7 Проведение измерений

6.7.1 Все измерения выполняются в режиме работы прибора «ИЗМЕРЕНИЕ».

После подачи на розетку прибора «» несущего ВЧ сигнала прибор осуществляет измерение среднеквадратического значения напряжения. Измеренные значения периодически выводятся в строки «НАПРЯЖЕНИЕ ВЧ» и «МОЩНОСТЬ ВЧ».

Если измеренное значение напряжения находится в пределах рабочего диапазона напряжений измерения модуляционных параметров, то с правой стороны строки измерения напряжения выводятся сообщение «НОРМА».

Если измеренное значение напряжения достигает пороговое значение, превышающего нормированные пределы рабочего диапазона прибора, то выводятся сообщения, приведенные в таблице 6.8.

Не следует превышать предельного значение входного напряжения 2 В, так как это может привести к поломке прибора. При появлении сообщения об аварийном превышении напряжения следует немедленно уменьшить или отключить входной сигнал.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата						ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист 69
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 6.8

Измеренное напряжение ВЧ	Сообщение
от 50 мВ до 1 В	«НОРМА»
≤ 40 мВ	«МАЛО»
≥ 1200 мВ	«МНОГО»
≥ 2000 мВ	«АВАРИЙНОЕ ПРЕВЫШЕНИЕ ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ»

Если сигнал ВЧ на входную розетку прибора подается через аттенюатор проходной и включен «Режим Pmax», то сообщения о превышении предельных значений диапазона измерения выводятся в соответствии с таблицей 6.9.

Таблица 6.9

Измеренная мощность ВЧ	Сообщение
от 50 мВт до 20 Вт	«НОРМА»
≤ 32 мВт	«МАЛО»
≥ 28 Вт	«МНОГО»
≥ 80 Вт	«АВАРИЙНОЕ ПРЕВЫШЕНИЕ ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ»

6.7.2 Для измерения несущей частоты ВЧ сигнала необходимо включить режим «Настройка АВТ». Измеренное значение частоты выводится в строку «ЧАСТОТА ВЧ».

Для уменьшения погрешности измерения частоты измерения следует проводить при коэффициенте АМ не более 50 % и девиации частоты не более 100 кГц.

Если включен режим «Настройка РУЧ» то измерение несущей частоты не производится.

6.7.3 Выбор режима измерения модуляционного параметра – коэффициента амплитудной модуляции, девиации частоты, индекса фазовой модуляции осуществляется нажатием на кнопку соответствующего режима «АМ»; «ЧМ»; «ФМ».

Прибор осуществляет одновременно измерение двух значений модуляционного параметра: пикового и среднеквадратического. Измеренные значения выводятся в строки ПИК и СКЗ

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

70

зоны «КОЭФФИЦИЕНТ АМ» в режиме «АМ», «ДЕВИАЦИЯ ЧАСТОТЫ» в режиме «ЧМ», «ИНДЕКС ФМ» в режиме «ФМ». Если в процессе измерения параметр модуляции превышает диапазон измерения, то выводится сообщение о превышении пределов измерения в виде знака: «> > >».

Переключение полярности измерения пикового значения полуволны модулирующего сигнала производится кнопками «+» «-».

При проведении измерения флуктуирующих значений необходимо включить усреднение измеряемых параметров.

Для измерения малых величин девиации частоты (менее 1 кГц) и малых величин коэффициента АМ (менее 1 %) рекомендуется включать режим малошумящих измерений – «МШИ». В данном режиме выполняется минимизация собственных шумов измерителя модуляции. Режим «МШИ» включается кнопкой «МШИ». Индикация о включение режима выводится во вторую строку зоны сообщений – «МШИ ВКЛ».

6.7.4 Измерение коэффициента гармоник и частоты модулирующего сигнала осуществляется синхронно. Для включения режима измерения коэффициента гармоник и частоты модулирующего сигнала нажмите на кнопку «КГ».

Измеренные значения коэффициента гармоник и частоты модулирующего сигнала выводятся соответственно в строки «ГАРМОНИКИ НЧ» и «ЧАСТОТА НЧ».

Для уменьшения влияния шумов на погрешность измерения коэффициента гармоник рекомендуется выполнять измерения при значениях девиации частоты ≥ 10 кГц и коэффициентах АМ ≥ 10 %, а также включать фильтр НЧ в зависимости от частоты сигнала модуляции в соответствии с таблицей 6.10.

Таблица 6.10

Диапазон модулирующих частот, кГц	ФНЧ
0,05 – 1	3,4 кГц
1 – 6	20 кГц
6 – 10	60 кГц

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

6.8 Работа прибора в составе автоматизированной измерительной системы

6.8.1 Прибор обеспечивает работу в составе автоматизированной измерительной системы с обменом информацией в проводной сети по каналу RS-232. Подсоединение прибора должно быть выполнено в соответствии с п. 5.4.3 настоящего руководства.

В информационной сети прибор обеспечивает прием пакета данных, посланный на его адрес, его идентификацию, выполнение командных установок, формирование и отправку пакета данных результатов измерений на адрес координатора сети. Прибор поддерживает MODBUS-подобный двоичный протокол.

При выпуске прибор запрограммирован на обмен данными по каналу RS-232 со скоростью 9600 бит/с со следующей структурой:

- один стартовый бит;
- восемь кодовых бит;
- один бит контроля нечетности;
- один стоповый бит.

Прибор, в составе системы, всегда является ведомым, т.е. не может передавать информацию в канал без запроса ведущего, в качестве которого выступает управляющий компьютер (сервер). Сетевой адрес прибора должны быть занесен в соответствующую строку меню прибора.

Управляющий компьютер посылает запросы прибору в виде последовательности двоичных байт, на что адресованный прибор посылает ответ в виде последовательности двоичных байт. Число байт запроса и ответа не является постоянной величиной и зависит от характера запроса и состояния прибора. Байты в последовательностях запросов и ответов должны идти друг за другом, без разрывов во времени, т.е. за стоповым битом предыдущего байта должен следовать стартовый бит следующего байта. Критерием окончания передачи пакета данных является гарантированный таймаут, длительность которого зависит от выбранной скорости обмена и составляет время передачи (6-7) байт на выбранной скорости. Для скорости 9600 Бод гарантированный таймаут составит (6-8) мс.

Любой следующий запрос не может быть послан раньше таймаута, после окончания предыдущего запроса. Адресованный прибор отвечает на любые корректные запросы через время не менее таймаута и не более 100 мс после окончания таймаута.

Для обеспечения внешнего управления структура сетевых пакетов и система команд должны соответствовать данным, приведенным в приложении Б.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

72

Временные интервалы передачи информации определяются потребителем с учетом переходных процессов в автоматизированном измерительном комплексе.

6.9 Режим диагностики прибора

6.9.1 Режим диагностики может быть выполнен в сокращенном объеме и полном объеме.

При сокращенном объеме диагностируются узлы прибора: синтезатор частоты, калибратор, УПЧ, АМ детектор, ЧМ детектор, детектор амплитудный, АЦП.

В режиме полного объема диагностики дополнительно диагностируются узлы прибора: гетеродин, преобразователь частоты, частотомер, измеритель напряжения ВЧ, система АРУ.

Для выполнения полного объема диагностики необходимо подать на вход прибора сигнал от ВЧ генератора на несущей частоте $(10 \pm 1 \cdot 10^{-6})$ МГц и напряжением (200 ± 10) мВ.

Для включения режима диагностики необходимо нажать кнопку «МЕНЮ». В открывшемся окне выбрать строку «ДИАГНОСТИКА» и установить ее кнопкой «ВВОД» в состояние ВКЛ. Должно появиться окно диагностики. Для начала процесса диагностики прибора необходимо повторно нажать кнопку «ВВОД».

Внешний вид информационного окна диагностики приведен на рисунке 6.10.

ДИАГНОСТИКА	
ГЕТЕРОДИН	ДЕФЕКТ
СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ	ДЕФЕКТ
ЧАСТОТОМЕР	НОРМА
ИЗМЕРИТЕЛЬ U _{вч}	НОРМА
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ	ДЕФЕКТ
УПЧ	НОРМА
АРУ	ДЕФЕКТ
КАЛИБРАТОР	НОРМА
АМ ДЕТЕКТОР	НОРМА
ЧМ ДЕТЕКТОР	НОРМА
ДЕТЕКТОР АМПЛИТУДНЫЙ	НОРМА
АЦП	НОРМА

Для начала процесса диагностики нажмите кнопку ВВОД

Рисунок 6.10 – Окно программного интерфейса прибора в режиме «ДИАГНОСТИКА»

Инт. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

73

Процесс диагностики длится порядка двух минут. По окончании диагностики в строки окна будут выведены сообщения о функционировании систем: при нормальном функционировании «НОРМА», при неправильном «ДЕФЕКТ».

В режиме сокращенной диагностики на вход прибора не подается внешний сигнал от генератора. При проведении диагностики в строках «ГЕТЕРОДИН», «ЧАСТОТОМЕР», «ИЗМЕРИТЕЛЬ Uвч», «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ», «АРУ» появятся сообщения «ДЕФЕКТ», так как при отсутствии сигнала на входном соединителе прибора данные системы не функционируют.

6.10 Идентификация программного обеспечения

6.10.1 Программное обеспечение прибора имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части. Программное обеспечение, установленное в приборе, имеет следующие идентификационные признаки:

обозначение ПО – СКЗ-49 25.03.10;

наименование файла метрологически значимой части ПО – СКЗ_49.dll;

контрольная сумма файла метрологически значимой части ПО – F293h.

Обозначение ПО выводится в верхнюю строку дисплея прибора после его загрузки.

Для проверки целостности ПО и его соответствия, утвержденному ПО, предусмотрена идентификация метрологически значимой части ПО. Идентификация проводится посредством интерфейса RS-232 в режиме внешнего управления прибором по командам приведенным в приложении Б настоящего руководства. Проверка может быть выполнена двумя способами. При первом способе засылается команда «передать контрольную сумму файла СКЗ_49.dll». По данной команде прибор вычисляет контрольную сумму файла СКЗ_49.dll и выдает ее значение по каналу RS-232. При втором способе засылается команда «передать файл СКЗ_49.dll». По данной команде прибор передает файл СКЗ_49.dll по каналу RS-232 на внешний сервер. После получения файла сервером должна быть вычислена его контрольная сумма по алгоритму вычисления CRC протокола MODBUS (программа приведена в приложении Б настоящего руководства). Вывод об аутентичности программного обеспечения принимается по результатам сравнения вычисленной контрольной суммы установленного ПО со значением контрольной суммы равной F293h.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

74

7 Поверка прибора

7.1 Общие сведения

7.1.1 Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ПР50.2.006 и устанавливает методы и средства поверки измерителя модуляции СКЗ-49.

7.1.2 Поверка прибора осуществляется аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

7.1.3 Периодичность поверки – один раз в два года.

7.2 Операции и средства поверки

7.2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 7.1, применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 7.2.

Таблица 7.1 – Операции поверки прибора

Наименование операции	Номер пункта РЭ	Обязательность проведения операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.7.2	Да	Да
Опробование	7.7.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик прибора:	7.7.4		
– определение диапазона несущих частот;	7.7.4.1	Да	Да
– определение минимального и максимального среднеквадратического значения входного ВЧ напряжения;	7.7.4.1	Да	Да
– определение диапазона несущих частот измерения среднеквадратического значения входного напряжения;	7.7.4.2	Да	Да

Интв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Интв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

75

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
– определение диапазона измерения среднеквадратического значения входного напряжения;	7.7.4.2	Да	Да
– определение погрешности измерения среднеквадратического значения входного напряжения;	7.7.4.2	Да	Да
– определение диапазона измерения пикового и среднеквадратического значений девиации частоты;	7.7.4.3	Да	Да
– определение диапазона модулирующих частот в режиме «ЧМ»;	7.7.4.3	Да	Да
– определение погрешности измерения пикового значения девиации частоты;	7.7.4.3	Да	Да
– определение погрешности измерения среднеквадратического значения девиации частоты;	7.7.4.3	Да	Да
– определение среднеквадратического значения частотного шума и фона, вносимого прибором в режиме «ЧМ»;	7.7.4.4	Да	Нет
– определение коэффициента гармоник ЧМ сигналов, вносимого измерителем модуляции;	7.7.4.5	Да	Да
– определение коэффициента преобразования частотной модуляции в амплитудную;	7.7.4.6	Да	Нет
– определение диапазона измерения пикового и среднеквадратического значений коэффициента АМ;	7.7.4.7	Да	Да
– определение диапазона модулирующих частот в режиме «АМ»;	7.7.4.7	Да	Да
– определение погрешности измерения пикового значения коэффициента АМ;	7.7.4.7	Да	Да
– определение погрешности измерения среднеквадратического значения коэффициента АМ;	7.7.4.7	Да	Да

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

76

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
– определение среднеквадратического значения амплитудного шума и фона, вносимого прибором в режиме «АМ»;	7.7.4.8	Да	Нет
– определение коэффициента гармоник огибающей АМ сигналов, вносимого измерителем модуляции;	7.7.4.9	Да	Да
– определение коэффициента преобразования амплитудной модуляции в частотную;	7.7.4.10	Да	Нет
– определение диапазона измерения пиковых значений индекса фазовой модуляции;	7.7.4.11	Да	Да
– определение погрешности измерения пикового значения индекса фазовой модуляции;	7.7.4.11	Да	Да
– определение диапазона измерения частоты входного сигнала;	7.7.4.12	Да	Да
– определение погрешности измерения частоты входного сигнала;	7.7.4.12	Да	Да
– определение диапазона измерения частоты модулирующего сигнала;	7.7.4.13	Да	Да
– определение погрешности измерения частоты модулирующего сигнала;	7.7.4.13	Да	Да
– определение диапазона частот измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала;	7.7.4.14	Да	Да
– определение диапазона измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала;	7.7.4.14	Да	Да
– определение погрешности измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала;	7.7.4.14	Да	Да
– определение напряжения на розетке НЧ;	7.7.4.15	Да	Нет
– определение напряжения на розетке ПЧ;	7.7.4.16	Да	Нет
– определение коэффициента стоячей волны напряжения входного соединителя прибора.	7.7.4.17	Да	Нет

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Таблица 7.2 – Средства поверки

Наименование	Тип СИ	Используемые основные техни- ческие характеристики СИ	Пункт методики	Приме- чание
Установка измери- тельная эталонная	К2-85	Фиксированные частоты в режи- ме «ЧМ» 5 МГц; 50 МГц; диапа- зон девиации частоты от 0,005 до 1000 кГц; диапазон модулирую- щих частот от 0,02 до 200 кГц; погрешность $\pm(0,3 - 1,5) \%$; фикс- ированные частоты в режиме ГДЧ 1; 10; 50; 250; 500; 1000 МГц.	7.7.4.3; 7.7.4.4; 7.7.4.5; 7.7.4.6; 7.7.4.11; 7.7.4.15	
Установка измери- тельная эталонная	К2-83	Фиксированные частоты в режи- ме «АМ» 1; 25; 500 МГц; диапа- зон коэффициентов АМ от 0,1 до 100 %; диапазон модулирующих частот от 0,02 до 200 кГц; погрешность $\pm(0,3-1,5) \%$; фиксированные частоты в ре- жиме ГДЧ 1; 25; 500 МГц.	7.7.4.7; 7.7.4.8; 7.7.4.9; 7.7.4.10	
Генератор сигналов	Г4-201/1 (R&S SMB100A опция В103)	Диапазон частот от 0,1 до 2500 МГц; погрешность установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6} f$; выходное напряжение от 0,01 до 2 В; нестабильность опорного уровня $\pm 0,1$ дБ.	7.7.4.1; 7.7.4.2; 7.7.4.12; 7.7.4.16	
Частотомер электронно-счетный вычислительный	ЧЗ-64	Диапазон частот от 20 Гц до 200 кГц; основная погрешность измерения не более $\pm 1 \cdot 10^{-5} f$.	7.7.4.13	
Милливольтметр цифровой	В3-52/1	Диапазон частот от 0,1 до 10 МГц; диапазон измеряемых напряже- ний от 50 мВ до 2 В; погреш- ность измерения напряжения $\pm 3 \%$.	7.7.4.2	
Ваттметр поглощае- мой мощности	М3-93/1 (М3-54)	Диапазон частот от 0,1 до 2,5 ГГц; диапазон измеряемых мощностей от 5 до 20 мВт; погрешность из- мерения мощности $\pm 5 \%$.	7.7.4.2	
Ваттметр поглощае- мой мощности	М3-90 (М3-51)	Диапазон частот от 0,1 до 2,5 ГГц; диапазон измеряемых мощно- стей от 0,05 до 5 мВт; погреш- ность измерения мощности $\pm 5 \%$.	7.7.4.2	

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

78

Продолжение таблицы 7.2

Наименование	Тип СИ	Используемые основные технические характеристики СИ	Пункт методики	Примечание
Генератор сигналов низкочастотный	ГЗ-118	Диапазон частот от 0,02 до 200 кГц; выходное напряжение от 0,4 до 2 В; коэффициент гармоник не более 0,05 %.	7.7.4.11; 7.7.4.13; 7.7.4.14	
Измеритель нелинейных искажений	С6-12	Диапазон частот от 0,02 до 200 кГц; диапазон измеряемых коэффициентов гармоник от 0,05 до 3 %; погрешность измерения коэффициента гармоник ± 5 %.	7.7.4.5; 7.7.4.9	
Установка образцовая для поверки измерителей нелинейных искажений	СК6-10	Диапазон частот от 0,05 до 10 кГц; диапазон коэффициентов гармоник от 0,1 до 30 %; погрешность воспроизведения коэффициента гармоник $\pm 1,5$ %.	7.7.4.14	
Милливольтметр	ВЗ-56	Диапазон частот от 0,001 до 2 МГц; диапазон измеряемых напряжений от 0,1 до 3 В; погрешность измерения напряжения ± 5 %.	7.7.4.15; 7.7.4.16	
Измеритель КСВН панорамный	Р2-73	Диапазон частот от 0,01 до 1 ГГц; диапазон измерения КСВН от 1,07 до 5; погрешность измерения ± 5 %.	7.7.4.17	
Измеритель КСВН панорамный	Р2-78	Диапазон частот от 1 до 2,5 ГГц; диапазон измерения КСВН от 1,07 до 5; погрешность измерения ± 5 %.	7.7.4.17	

Примечания

- 1 При проведении поверки разрешается применять другие средства измерения, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.
- 2 Средства измерения, используемые для проверки, должны быть поверены в соответствии с ПР 50.2.006.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
79

7.3 Организация рабочего места

7.3.1 Разместите прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции. При работе вентиляционные отверстия на корпусе прибора не должны закрываться посторонними предметами.

7.3.2 Тумблер «СЕТЬ» прибора должен находиться в нижнем положении.

7.4 Требования безопасности

7.4.1 По требованию безопасности прибор соответствует нормам ГОСТ Р 52319, степень загрязнения 2, категория измерения 1.

Подсоединение прибора к сети питания должно осуществляться шнуром соединительным из комплекта ЗИП прибора, обеспечивающим автоматическое соединение корпуса прибора с шиной защитного заземления питающей сети.

Любой разрыв проводника защитного заземления внутри или вне прибора или отсоединение защитного заземления могут сделать прибор опасным для работы.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЛЮБОЕ ОТСОЕДИНЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ!

Следует проверить надежность защитного заземления.

Необходимо заземлять все приборы, применяемые при поверке. Заземление производить раньше других присоединений, отсоединение заземления - после всех отсоединений.

7.5 Условия поверки

7.5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С.....20±5
относительная влажность окружающего воздуха, %.....от 30 до 80
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).....от 84 до 106 (от 630 до 795)
напряжение питающей сети, В.....220±4,4
частота промышленной сети по ГОСТ 13109, Гц.....50±0,5.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						80

7.6 Подготовка к поверке

7.6.1 До проведения поверки необходимо ознакомиться с назначением органов управления, подключения и индикации прибора, а также с правилами проведения измерений, приведенными в разделе 6.

7.6.2 Определение метрологических характеристик должно проводиться после времени установления рабочего режима прибора и средств поверки, указанного в соответствующих руководствах по эксплуатации.

7.7 Проведение поверки прибора

7.7.1 Поверка проводится в соответствии с перечнем операций, согласно таблице 7.1.

7.7.2 Внешний осмотр

7.7.2.1 При внешнем осмотре прибора должно быть установлено:

- наличие и сохранность пломб;
- наличие комплекта прибора согласно таблице 4.1;
- отсутствие механических повреждений кнопок управления, высокочастотных разъемов и сетевого выключателя;
- состояние соединительных кабелей, шнура питания.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если установлено наличие и сохранность пломб, комплектность прибора соответствует данным таблицы 4.1, отсутствуют механические повреждения.

Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

7.7.3 Опробование

7.7.3.1 Опробование (проверка функционирования) прибора проводят в соответствии с подразделами 6.6; 6.9.

Результаты опробования считают удовлетворительными, если при включении прибора устанавливаются исходные режимы, прибор диагностируется и калибруется в автоматизированном режиме.

Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	


Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
81

7.7.4 Определение метрологических характеристик прибора

7.7.4.1 Определение диапазона несущих частот прибора, минимального и максимального среднеквадратических значений входного напряжения проводят совместно прямым методом измерений, путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванным значением напряжения от генератора Г4-201/1.

Сигнал от генератора Г4-201/1 подать на розетку прибора «» кабелем ЯНТИ.685671.002.

Допустимо использовать вместо генератора Г4-201/1 генератор R&S SMB100A.

На частоте 0,1 МГц установить выходное напряжение генератора Г4-201/1 равное 10 мВ. На поверяемом приборе включить режим «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ». На табло поверяемого прибора должно быть сообщение «МАЛО».

Плавно увеличить выходное напряжение генератора до момента появления сообщения «НОРМА».

Зафиксировать установленное напряжение генератора, которое соответствует минимальному среднеквадратическому значению входного напряжения.

Установить выходное напряжение генератора Г4-201/1 равным 1 В.

На табло поверяемого прибора должно быть сообщение «НОРМА».

Повторить измерения на частотах 10 МГц, 200 МГц, 500 МГц, 1000 МГц, 1500 МГц, 2499 МГц.

В каждой поверяемой точке должна осуществляться настройка на входной сигнал и отсутствовать сообщение на табло прибора о превышении диапазона входных напряжений.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон несущих частот соответствует п.4.4.2 и на всех частотах минимальное значение напряжения не более, а максимальное значение напряжения не менее значений напряжений установленных в п. 4.4.3.

7.7.4.2 Определение диапазона несущих частот измерения среднеквадратического значения входного напряжения, диапазона измерения среднеквадратического значения входного напряжения, абсолютной погрешности измерения среднеквадратического значения входного напряжения осуществляют методом сравнения измеренного значения напряжения поверяемого прибора с калиброванным значением напряжения, установленного на входе прибора.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						82

Измерения проводят на несущих частотах 0,1; 10; 100; 500; 1000; 1500; 2499 МГц.

На несущих частотах 0,1 МГц; 10 МГц проверку проводят со схемой соединения приборов в соответствии рисунком 7.1.

Сигнал от генератора Г4-201/1 подают кабелем ЯНТИ.685671.002. Допустимо использовать вместо генератора Г4-201/1 генератор R&S SMB100A.

Переход Э2-111/3 берется из комплекта поверяемого прибора. Переход 5.433.020 из комплекта ваттметра поглощаемой мощности МЗ-90. Тройниковый переход ТП-120 из комплекта милливольтметра ВЗ-52/1.

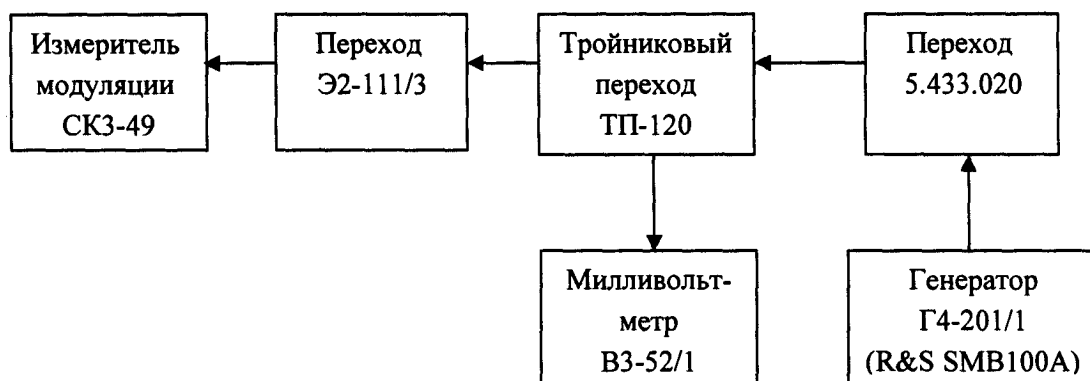


Рисунок 7.1 – Структурная схема измерения на частотах 0,1 и 10 МГц

Для определения абсолютной погрешности измерения среднеквадратического значения входного напряжения установить на входе поверяемого прибора по милливольтметру ВЗ-52/1 напряжение в соответствии с таблицей 7.3.

Таблица 7.3

Несущая частота	Установленное значение напряжения		
	0,1 МГц	(50 ± 5) мВ	(250 ± 25) мВ
10 МГц	(50 ± 5) мВ	(250 ± 25) мВ	$(1,0 \pm 0,1)$ В

Погрешность измерения среднеквадратического значения входного напряжения ΔU , мВ, вычисляют по формуле

$$\Delta U = U_{изм} - U_{вх}, \quad (7.1)$$

где $U_{изм}$ – измеренное значение напряжения поверяемым прибором, мВ;

$U_{вх}$ – установленное значение напряжения по милливольтметру ВЗ-52/1, мВ.

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

На несущих частотах 100; 500; 1000; 1500; 2499 МГц для установки на входе поверяемого прибора калиброванного входного напряжения используют ваттметры МЗ-90 и МЗ-93/1 с делителем напряжения ИЛГШ.434821.010. Перед измерениями необходимо провести проверку делителя напряжения в соответствии с приложением А настоящего РЭ.

Измерения проводятся со схемой соединения приборов в соответствии с рисунком 7.2.

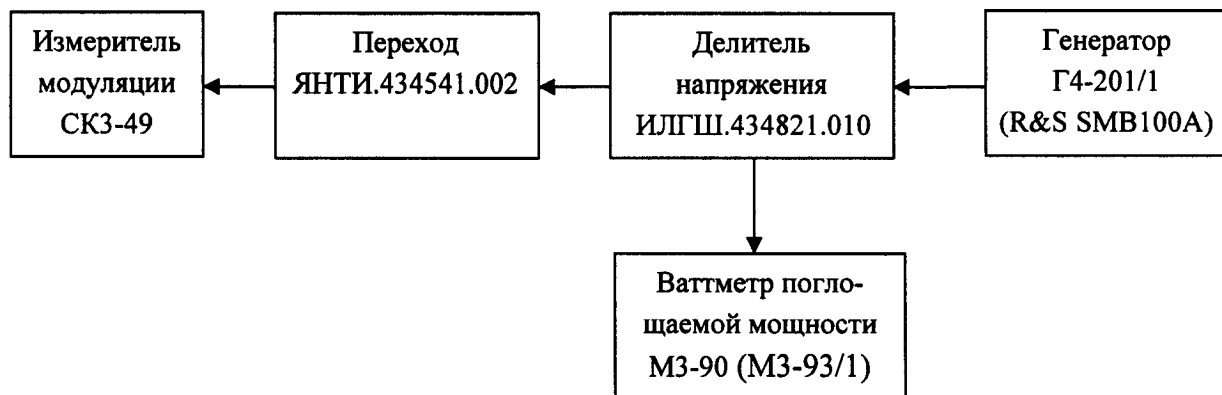


Рисунок 7.2 – Структурная схема измерения в диапазоне частот от 100 до 2499 МГц

Сигнал от генератора Г4-201/1 подать на розетку « ① » делителя напряжения ИЛГШ.434821.010 кабелем ЯНТИ.685671.002. Допустимо использовать вместо генератора Г4-201/1 генератор R&S SMB100A.

Розетку « 2 ② » делителя напряжения через переход ЯНТИ.434541.002 подключить к розетке « ③ » измерителя модуляции.

Преобразователь измерительный термоэлектрический ваттметра МЗ-90, при установке мощностей 50 мкВт и 1,25 мВт, подключить непосредственно к розетке « 1 ④ » делителя напряжения ИЛГШ.434821.010.

При установке мощностей 5 и 20 мВт к делителю напряжения ИЛГШ.434821.010 подключить преобразователь измерительный термоэлектрический ваттметра МЗ-93/1.

Допустимо применение вместо ваттметра МЗ-90 ваттметр МЗ-51, а вместо ваттметра МЗ-93/1 ваттметр МЗ-54.

Для определения абсолютной погрешности измерения среднеквадратического значения входного напряжения установить на розетке « ⑤ » поверяемого прибора мощность сигнала в соответствии с таблицей 7.4.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
84

Таблица 7.4

Несущая частота	Установленное значение мощности		
	100 МГц	(50 ± 1) мкВт	(1,25 ± 0,02) мВт
500 МГц	(50 ± 1) мкВт	(1,25 ± 0,02) мВт	(20 ± 0,5) мВт
1000 МГц	(50 ± 1) мкВт	(1,25 ± 0,02) мВт	(20 ± 0,5) мВт
1500 МГц	(50 ± 1) мкВт	(1,25 ± 0,02) мВт	(5 ± 0,5) мВт
2499 МГц	(50 ± 1) мкВт	(1,25 ± 0,02) мВт	(5 ± 0,5) мВт

Измеренное значение мощности пересчитывается в значение установленного напряжения по формуле

$$U_{ex} = \sqrt{50 \cdot P} \quad (7.2)$$

где P – измеренная мощность, мкВт;

U_{ex} – установленное значение напряжения, мВ.

Погрешность измерения среднеквадратического значения входного напряжения на несущих частотах 100; 500; 1000; 1500; 2499 МГц вычисляются по формуле (7.1).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если при установке на входе прибора значений частот и напряжений из таблицы 7.1 и 7.2 диапазон несущих частот и диапазон измерения напряжения соответствуют пп. 4.4.22, 4.4.23, а погрешность измерения среднеквадратического значения входного напряжения находится в пределах, установленных в п. 4.4.24.

7.7.4.3 Определение диапазонов измерения пикового и среднеквадратического значений девиации частоты, диапазона модулирующих частот в режиме «ЧМ», погрешности измерения пикового и среднеквадратического значений девиации частоты проводят совместно прямым методом измерений, путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванным значением девиации частоты от установки измерительной эталонной К2-85.

Сигнал с розетки « ⊕ » установки К2-85 подают на розетку « ⊖ » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						85

Установить на установке К2-85 несущую частоту сигнала равной 50 МГц, значение выходного напряжения 150 мВ.

Установить в «МЕНЮ» измерителя модуляции в строке «УСРЕДНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ» значение равное 10. Включить на поверяемом приборе режим «ЧМ» и режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ» и цифровыми кнопками набрать значение несущей частоты с точностью $\pm 0,001$ МГц.

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения пикового значения девиации частоты устанавливаются в соответствии с таблицей 7.5.

Таблица 7.5

Модулирующая частота, кГц	Девиация частоты, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
0,02	100	0,02 – 20
0,09	100	0,02 – 20
0,4	100	0,02 – 20
1	0,1; 1; 5; 10; 50; 100; 500; 1000	0,02 – 20
6	100	0,02 – 20
20	100	0,02 – 60
60	100	0,02 – 200

При измерении девиаций частоты 0,1 кГц и 1 кГц установить на установке К2-85 несущую частоту сигнала равной 5 МГц, включить режим «МШИ».

Погрешность измерения пиковых значений девиации частоты вычисляются по формулам

$$\Delta(\Delta f)_{вв} = \Delta f_{вв} - \Delta f_k, \quad (7.3)$$

$$\Delta(\Delta f)_{вн} = \Delta f_{вн} - \Delta f_k, \quad (7.4)$$

где $\Delta(\Delta f)_{вв}$ – погрешность измерения пиковой девиации частоты «вверх», кГц;

$\Delta(\Delta f)_{вн}$ – погрешность измерения пиковой девиации частоты «вниз», кГц;

$\Delta f_{вв}$ – измеренное значение пиковой девиации частоты «вверх», кГц;

$\Delta f_{вн}$ – измеренное значение пиковой девиации частоты «вниз», кГц;

Δf_k – калиброванное значение пиковой девиации частоты, кГц.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

86

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения среднеквадратического значения девиации частоты устанавливаются в соответствии с таблицей 7.6.

Таблица 7.6

Модулирующая частота, кГц	Девиация частоты, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
0,02	100	0,02 – 20
0,09	100	0,02 – 20
0,4	100	0,02 – 20
1	0,005; 0,05	0,02 – 3,4
1	1; 5; 10; 50; 100; 500	0,02 – 20
6	100	0,02 – 20
20	100	0,02 – 60
60	100	0,02 – 200
200	100	0,02 – 200

При измерении среднеквадратических значений девиации частоты 0,005 кГц; 0,05 кГц и 1 кГц установить на установке К2-85 несущую частоту сигнала равной 5 МГц, включить режим «МШИ».

Погрешность измерения среднеквадратического значения девиации частоты вычисляются по формуле

$$\Delta(\Delta f)_{скз} = \Delta f_{скз} - \Delta f_k, \quad (7.5)$$

где $\Delta(\Delta f)_{скз}$ – погрешность измерения среднеквадратической девиации частоты, кГц;

$\Delta f_{скз}$ – измеренное значение среднеквадратической девиации частоты, кГц;

Δf_k – калиброванное значение среднеквадратической девиации частоты, кГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон модулирующих частот и диапазон измерения девиации частоты соответствуют требованиям пп.4.4.4; 4.4.5, а погрешность измерения пикового и среднеквадратического значения девиации частоты находится в пределах, установленных в пп.4.4.6; 4.4.7.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

7.7.4.4 Определение среднеквадратического значения частотного шума и фона, вносимого прибором в режиме «ЧМ», проводят прямым методом измерений, путем подачи на вход прибора сигнала, имеющего малую собственную паразитную девиацию частоты от установки К2-85.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-85 подают на розетку « $\omin�$ » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Измерения осуществляются на несущих частотах сигнала 1; 10; 50; 250; 500; 1000 МГц.

Значение выходного напряжения на установке К2-85 устанавливают равным 200 мВ.

На поверяемом приборе включить режимы «ЧМ», «МШИ», «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ».

На каждой несущей частоте проводят измерение частотного шума и фона прибора по показаниям среднеквадратического значения девиации частоты. Измерения проводят в следующих полосах НЧ: от 0,3 до 3,4 кГц; от 0,02 до 20 кГц; от 0,02 до 60 кГц; от 0,02 до 200 кГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднеквадратического частотного шума и фона не превышают значений, установленных в п.4.4.8.

7.7.4.5 Определение коэффициента гармоник ЧМ сигналов, вносимого измерителем модуляции, осуществляют методом подачи на вход поверяемого прибора сигнала с нормируемым коэффициентом гармоник ЧМ модуляции от установки К2-85.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-85 подают на розетку « $\omin�$ » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

К розетке « $\omin�$ НЧ » поверяемого прибора подключить кабелем ЯНТИ.685671.019-09 измеритель нелинейных искажений С6-12.

Установить несущую частоту установки К2-85 равной 50 МГц, выходное напряжение 150 мВ.

Включить на поверяемом приборе режим «ЧМ» и режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ». Набрать цифровыми кнопками значение несущей частоты с точностью $\pm 0,001$ МГц.

Значения девиации частоты, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ устанавливают в соответствии с таблицей 7.7.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						88

Таблица 7.7

Девияция частоты, кГц	Модулирующая частота, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
300	0,02	0,02 – 3,4
	0,09	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	20	0,3 – 60
	60	0,3 – 200
1000	0,02	0,02 – 3,4
	0,09	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	20	0,3 – 60
	60	0,3 – 200

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента гармоник не превышают значения, установленные в п.4.4.9.

7.7.4.6 Определение коэффициента преобразования частотной модуляции в амплитудную осуществляют методом подачи на вход поверяемого прибора частотно-модулированного сигнала с нормируемым значением сопутствующей амплитудной модуляции от установки К2-85.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-85 подают на розетку « \oplus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Установить на установке К2-85 несущую частоту равной 50 МГц, выходное напряжение 150 мВ, девиацию частоты равной 200 кГц, модулирующую частоту 20 кГц.

Включить на поверяемом приборе режим «АМ», полосу фильтров НЧ от 0,3 до 60 кГц, режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ». Набрать цифровыми кнопками значение частоты 50 МГц с точностью $\pm 0,001$ МГц.

Измерить значение пикового коэффициента амплитудной модуляции $M_{изм}$ «вверх» (при нажатой кнопке «+») и $M_{изм}$ «вниз» (при нажатой кнопке «-»). Коэффициент преобразования частотной модуляции в амплитудную $K_{чм-ам}$, в процентах на 1 кГц, рассчитать по формуле

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

$$K_{чм-ам} = \frac{M_{изм}}{200}, \quad (7.6)$$

где $M_{изм}$ – максимальное из двух измеренных значений коэффициентов амплитудной модуляции $M_{изм}$ «вверх» или $M_{изм}$ «вниз», %.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если коэффициент преобразования частотной модуляции в амплитудную не превышает значения, установленное в п. 4.4.10.

7.7.4.7 Определение диапазонов измерения пикового и среднеквадратического значений коэффициента амплитудной модуляции, диапазона модулирующих частот в режиме «АМ», погрешности измерения пикового и среднеквадратического значений коэффициента амплитудной модуляции проводят совместно прямым методом измерений, путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванным значением коэффициента амплитудной модуляции от установки измерительной эталонной К2-83.

Сигнал с розетки « ⊕ » установки К2-83 подают на розетку « ⊖ » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Измерения проводят на несущих частотах 1; 25; 500 МГц. Значение выходного напряжения на установке К2-83 устанавливают равным 100 мВ.

Установить в «МЕНЮ» измерителя модуляции в строке «УСРЕДНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ» значение равное 10. Включить на поверяемом приборе режим «АМ» и режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ». Набрать цифровыми кнопками измерителя модуляции значение несущей частоты, подаваемой с установки К2-83, с точностью $\pm 0,001$ МГц.

На каждой несущей частоте проверку проводят в режиме измерения пиковых и среднеквадратических значений коэффициента амплитудной модуляции.

Значения коэффициента амплитудной модуляции, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения пиковых значений коэффициента амплитудной модуляции устанавливают в соответствии с таблицей 7.8.

При измерении пикового значения коэффициента амплитудной модуляции 1 % включить режим «МШИ».

Инв. № подл.	Подп. и дата											
	Взам. инв. №											
	Инв. № дубл.											
	Подп. и дата											
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						<p style="text-align: center;">ИЛГШ.411166.001 РЭ</p> <p style="text-align: right;">Лист 90</p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								

Таблица 7.8

Несущая частота, МГц	Модулирующая частота, кГц	Коэффициент амплитудной модуляции, %	Полоса измерения НЧ, кГц
25	0,02	90	0,02 – 20
	0,09	90	0,02 – 20
	0,4	90	0,02 – 20
	1	1; 5; 10; 50; 90; 95; 100	0,02 – 20
	6	90	0,02 – 20
	20	90	0,02 – 60
	60	90	0,02 – 200
1	1	90	0,02 – 20
	6	90	0,02 – 20
500	1	90	0,02 – 20
	20	90	0,02 – 60
	60	90	0,02 – 200

Погрешность измерения пиковых значений коэффициента амплитудной модуляции вычисляют по формулам

$$\Delta M_{вв} = M_{вв} - M_k, \quad (7.7)$$

$$\Delta M_{вн} = M_{вн} - M_k, \quad (7.8)$$

где $\Delta M_{вв}$ – погрешность измерения пикового коэффициента амплитудной модуляции «вверх», %;

$\Delta M_{вн}$ – погрешность измерения пикового коэффициента амплитудной модуляции «вниз», %;

$M_{вв}$ – измеренное значение пикового коэффициента амплитудной модуляции «вверх», %;

$M_{вн}$ – измеренное значение пикового коэффициента амплитудной модуляции «вниз», %;

M_k – калиброванное значение пикового коэффициента амплитудной модуляции, %.

Значения коэффициента амплитудной модуляции, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ в режиме измерения среднеквадратических значений коэффициента амплитудной модуляции устанавливают в соответствии с таблицей 7.9.

Изн. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

91

Таблица 7.9

Несущая частота, МГц	Модулирующая частота, кГц	Коэффициент амплитудной модуляции, %	Полоса фильтров НЧ, кГц
25	0,02	50	0,02 – 20
	0,09	50	0,02 – 20
	0,4	50	0,02 – 20
	1	0,1; 0,5; 1; 5; 10; 50	0,02 – 20
	6	50	0,02 – 20
	20	50	0,02 – 60
	60	50	0,02 – 200
	200	50	0,02 – 200
1	1	50	0,02 – 20
	6	50	0,02 – 20
500	1	50	0,02 – 20
	20	50	0,02 – 60
	200	50	0,02 – 200

При измерении среднеквадратических значений коэффициентов амплитудной модуляции 0,1 % и 1 % включить режим «МШИ».

Погрешность измерения среднеквадратического значения коэффициента амплитудной модуляции вычисляют по формуле

$$\Delta M_{скз} = M_{скз} - M_k, \quad (7.9)$$

где $\Delta M_{скз}$ – погрешность измерения среднеквадратического значения коэффициента амплитудной модуляции, %;

$M_{скз}$ – измеренное значение среднеквадратического коэффициента амплитудной модуляции, %;

M_k – калиброванное значение среднеквадратического коэффициента амплитудной модуляции, %.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон модулирующих частот и диапазон измерения пикового и среднеквадратического значений коэффициента ампли-

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						92

тудной модуляции соответствуют требованиям пп. 4.4.11; 4.4.12, а погрешность измерения пикового и среднеквадратического значений коэффициента амплитудной модуляции находится в пределах, установленных в пп. 4.4.13; 4.4.14.

7.7.4.8 Определение среднеквадратического значения амплитудного шума и фона, вносимого прибором в режиме «АМ», проводят прямым методом измерений, путем подачи на вход прибора сигнала, имеющего малую собственную паразитную амплитудную модуляцию от установки К2-83.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-83 подают на розетку « \oplus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Проверку осуществляют на несущих частотах сигнала 1; 25; 500 МГц при значении выходного напряжения равном 316 мВ (выходной аттенюатор включен в положение 0 дБ).

Включить на поверяемом приборе режимы «АМ», «МШИ», «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ».

На каждой несущей частоте определяют значение амплитудного фона и шума прибора по показаниям среднеквадратического измерителя коэффициента АМ. Измерения проводят в следующих полосах НЧ: от 0,3 до 3,4 кГц; от 0,02 до 20 кГц; от 0,02 до 60 кГц; от 0,02 до 200 кГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные среднеквадратические значения амплитудного шума и фона не превышают значений, установленных в п.4.4.15.

7.7.4.9 Определение коэффициента гармоник огибающей АМ сигналов, вносимого измерителем модуляции, осуществляется путем подачи на вход проверяемого прибора сигнала с нормированным значением коэффициента гармоник огибающей от установки К2-83.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-83 подают на розетку « \oplus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

К розетке « \oplus НЧ » проверяемого прибора подключить кабелем ЯНТИ.685671.019-09 измеритель нелинейных искажений С6-12.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
93

Установить несущую частоту установки К2-83 равной 25 МГц, выходное напряжение 100 мВ. На поверяемом приборе включить режим измерения «АМ» и режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ». Набрать цифровыми кнопками измерителя модуляции значение несущей частоты, подаваемой с установки К2-83, с точностью $\pm 0,001$ МГц.

Значения коэффициентов амплитудной модуляции, модулирующие частоты и полосы фильтров НЧ устанавливаются в соответствии с таблицей 7.10.

Таблица 7.10

Коэффициент АМ, %	Модулирующая частота, кГц	Полоса фильтров НЧ, кГц
30	0,02	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	20	0,3 – 60
	60	0,3 - 200
90	0,02	0,02 – 3,4
	6	0,3 – 20
	20	0,3 – 60
	60	0,3 - 200

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента гармоник не превышают значений, установленных в п.4.4.16.

7.7.4.10 Определение коэффициента преобразования амплитудной модуляции в частотную осуществляют путем подачи на вход поверяемого прибора амплитудно-модулированного сигнала с нормируемым значением фазовой модуляции от установки К2-83.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-83 подают на розетку « \oplus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01.

Установить несущую частоту равной 25 МГц, выходное напряжение 100 мВ, коэффициент амплитудной модуляции 30 % на модулирующей частоте 20 кГц. Включить на поверяемом приборе режим «ЧМ», полосу фильтра НЧ от 0,3 до 60 кГц, режим «НАСТРОЙКА РУЧНАЯ». Набрать цифровыми кнопками значение частоты 25 МГц с точностью $\pm 0,001$ МГц.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						94

Измерить значение пиковой девиации частоты $\Delta f_{изм}$ «вверх» (при нажатой кнопке «+») и $\Delta f_{изм}$ «вниз» (при нажатой кнопке «-»).

Коэффициент преобразования амплитудной модуляции в частотную $K_{ам-чм}$, Гц на 1 % модуляции, рассчитать по формуле

$$K_{ам-чм} = \frac{f_{изм}}{30}, \quad (7.10)$$

где $\Delta f_{изм}$ – максимальное из двух измеренных значений пиковой девиации частоты $\Delta f_{изм}$ «вверх» или $\Delta f_{изм}$ «вниз», Гц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное значения коэффициента преобразования амплитудной модуляции в частотную не превышает значения, установленное в п. 4.4.17.

7.7.4.11 Определение диапазона измерения пикового значения индекса ФМ и погрешности измерения пикового значения индекса ФМ проводят совместно прямым методом измерений, путем подачи на поверяемый прибор сигнала с калиброванными значениями индекса фазовой модуляции от установки измерительной эталонной К2-85.

Перед измерением погрешности определяют среднеквадратическое значение фазового шума и фона. Сигнал с розетки « \oplus » установки К2-85 подают на розетку « \ominus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01. Устанавливают несущую частоту ГДЧ установки К2-85 равной 50 МГц, значение выходного напряжения 200 мВ. На поверяемом приборе включают режимы «ФМ», «НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКАЯ». Измерения проводят в полосе фильтров НЧ от 0,02 до 20 кГц и от 0,02 до 60 кГц. Измеренные значения фазового шума и фона не должны превышать значений установленных в п.4.4.19.

Установить несущую частоту калибратора установки К2-85 равной 50 МГц, значение выходного напряжения 150 мВ. К розетке « \ominus ВНЕШНЯЯ МОДУЛЯЦИЯ» установки К2-85 подключить кабелем ЯНТИ.685671.019-09 выход « \oplus II» низкочастотного генератора ГЗ-118. Установить плавный аттенюатор генератора ГЗ-118 в положение минимального ослабления, ступенчатый аттенюатор в положение 10 дБ, а частоту 0,3 кГц.

Калиброванное значение индекса фазовой модуляции устанавливают путем установки

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист 95

калиброванного значения девиации частоты и калиброванного значения модулирующей частоты в соответствии с таблицей 7.11.

Таблица 7.11

Модулирующая частота, кГц	Калиброванное значение девиации частоты, кГц	Калиброванное значение индекса фазовой модуляции, рад
0,3±0,001	0,3	1
1±0,002	10	10
3±0,005	90	30
5±0,01	500	100
20±0,05	500	25

Калиброванное значение модулирующей частоты устанавливают подстройкой частоты генератора Г3-118, контролируя ее значение по частотомеру установки К2-85.

Погрешность измерения пиковых значений индекса фазовой модуляции вычисляют по формулам

$$\Delta\varphi_{вв} = \varphi_{вв} - \varphi_k, \quad (7.11)$$

$$\Delta\varphi_{вн} = \varphi_{вн} - \varphi_k, \quad (7.12)$$

где $\Delta\varphi_{вв}$ – погрешность измерения пикового индекса фазовой модуляции «вверх», рад;

$\Delta\varphi_{вн}$ – погрешность измерения пикового индекса фазовой модуляции «вниз», рад;

$\varphi_{вв}$ – измеренное значение пикового индекса фазовой модуляции «вверх», рад;

$\varphi_{вн}$ – измеренное значение пикового индекса фазовой модуляции «вниз», рад;

φ_k – калиброванное значение пикового индекса фазовой модуляции, рад.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон измерения пикового значения индекса фазовой модуляции соответствуют п.4.4.18, а погрешность измерения пикового значения индекса фазовой модуляции находится в пределах, установленных в п.4.4.19.

7.7.4.12 Определение диапазона измерения частоты входного сигнала, погрешности измерения частоты входного сигнала проводят методом подачи на поверяемый прибор сигнала от генератора Г4-201/1 с нормированной погрешностью установки частоты несущей.

Допустимо использовать вместо генератора Г4-201/1 генератор R&S SMB100A.

Измерения проводят на несущих частотах 0,1 МГц, 10 МГц, 100 МГц, 500 МГц,

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

1000 МГц, 1500 МГц, 2499 МГц.

Сигнал от генератора подают на розетку « ⊖ » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.002. Напряжение на входе прибора устанавливают равным (200 ± 20) мВ по показаниям ВЧ вольтметра измерителя модуляции.

Погрешность измерения частоты входного сигнала вычисляют по формуле

$$\Delta f = f_{\text{изм}} - f_2, \quad (7.13)$$

где Δf – погрешность измерения частоты входного сигнала, Гц;

$f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты входного сигнала поверяемым прибором, Гц;

f_2 – установленное значение частоты генератора Г4-201/1, Гц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон измерения частоты входного сигнала соответствует п. 4.4.20, а погрешность измерения частоты входного сигнала находится в пределах, установленных в п. 4.4.21.

7.7.4.13 Определение диапазона измерения частоты модулирующего сигнала, погрешности измерения частоты модулирующего сигнала осуществляют путем сравнения показаний поверяемого прибора с показаниями частотомера ЧЗ-64.

Измерения проводят на частотах 20 Гц, 400 Гц, 6 кГц, 60 кГц, 200 кГц.

Подключить розетку « ⊖ НЧ » поверяемого прибора кабелем ЯНТИ.685671.019-09 к розетке « ⊕ II » генератора ГЗ-118. Установить плавный аттенюатор генератора в положение минимального ослабления, а ступенчатый аттенюатор в положение 20 дБ. Нажать кнопку «МЕНЮ». В таблице «МЕНЮ», перемещая курсор кнопками « + », « - » выбрать строку «Вход НЧ» и кнопкой «ВВОД» установить его в состояние «ВКЛ». К розетке « ⊕ НЧ » поверяемого прибора кабелем ЯНТИ.685671.019-09 подключить вход « ⊖ А » частотомера ЧЗ-64.

На каждой модулирующей частоте определить погрешность измерения частоты по формуле

$$\Delta F = F_{\text{изм}} - F_ч, \quad (7.14)$$


где ΔF – погрешность измерения частоты модулирующего сигнала, Гц;





$F_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты модулирующего сигнала прибором, Гц;


$F_ч$ – измеренное значение частоты модулирующего сигнала частотомером ЧЗ-64, Гц.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Ли
						9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон измерения частоты модулирующего сигнала соответствует п.4.4.28, а погрешность измерения частоты модулирующего сигнала находится в пределах, установленных в п.4.4.29.

7.7.4.14 Определение диапазона частот измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала, диапазона измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала, погрешности измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала проводят путем подачи на розетку « НЧ» прибора сигнала с нормированным значением коэффициента гармоник от установки образцовой для поверки измерителей нелинейных искажений СК6-10.

Подключить розетку «» СК6-10 кабелем ЯНТИ.685671.019-09 к розетке « II» генератора ГЗ-118. Установить плавный аттенюатор генератора в положение минимального ослабления, а ступенчатый аттенюатор в положение 20 дБ. Подключить розетку «» СК6-10 к розетке « НЧ» поверяемого прибора СКЗ-49 кабелем ЯНТИ.685671.019-09.

Для включения входа « НЧ» нажать кнопку «МЕНЮ». В открывшейся таблице, перемещая курсор кнопками «+», «-», выбрать строку «Вход НЧ» и установить его значение кнопкой «ВВОД» в состояние «ВКЛ».

Частота сигнала НЧ, калиброванные значения коэффициента гармоник на каждой частоте и полосы фильтров НЧ устанавливаются в соответствии с таблицей 7.12.

Таблица 7.12

Частота сигнала, кГц	Коэффициент гармоник, %	Полоса фильтров НЧ, кГц
0,05	0,1; 0,3; 1; 10; 30	0,02 – 3,4
0,2	0,1; 0,3; 1; 10; 30	0,02 – 3,4
1	0,1; 0,3; 1; 10; 30	0,3 – 20
10	0,1; 0,3; 1; 10; 30	0,3 – 60

Нажать кнопку «КГ». На каждой частоте определить погрешность измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала ΔK_g , %, по формуле

$$\Delta K_g = K_{g \text{ изм}} - K_{гк}, \quad (7.15)$$

где $K_{g \text{ изм}}$ – измеренное значение коэффициента гармоник модулирующего сигнала, %;

$K_{гк}$ – калиброванное значение коэффициента гармоник, %.

Интв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Интв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон частот измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала и диапазон измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала соответствуют пп. 4.4.25; 4.4.26, а погрешность измерения коэффициента гармоник модулирующего сигнала находится в пределах, установленных в п. 4.4.27.

7.7.4.15 Определение среднеквадратического значения напряжения сигнала НЧ прибора проводят вольтметром ВЗ-56, подключенного кабелем ЯНТИ.685671.019-09 к розетке « \ominus НЧ » поверяемого прибора.

Сигнал с розетки « \ominus » установки К2-85 подать на розетку « \ominus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.019-09 через переход ЕЭ2.236.472-01. Частоту сигнала установить равной 50 МГц, выходное напряжение сигнала 200 мВ, девиацию частоты 500 кГц, модулирующую частоту 1 кГц.

Включить на поверяемом приборе режим « ЧМ ».

Провести измерение напряжения НЧ.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное значение напряжения НЧ находится в пределах, установленных в п.4.4.31.

7.7.4.16 Определение среднеквадратического значения напряжения промежуточной частоты прибора проводят вольтметром ВЗ-56, подключенного кабелем ЯНТИ.685671.019-09 к розетке « \ominus ПЧ » прибора.

Сигнал от генератора Г4-201/1 подать на розетку « \ominus » измерителя модуляции кабелем ЯНТИ.685671.002. Допустимо использовать вместо генератора Г4-201/1 генератор R&S SMB100A. Частоту генератора установить равной 100 МГц, выходное напряжение 100 мВ.

Провести измерение напряжения промежуточной частоты.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное значение напряжения промежуточной частоты находится в пределах, установленных в п.4.4.32.

7.7.4.17 Определение коэффициента стоячей волны напряжения входного соединителя измерителя модуляции проводят измерением его значения приборами Р2-73 и Р2-78.

Интв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Подп. и дата
Интв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						99

Подключить измерительный мост прибора Р2-73 к розетке « ⊖ » поверяемого прибора. Провести измерения максимального значения коэффициента стоячей волны напряжения на участках диапазона частот от 10 МГц до 200 МГц и от 200 МГц до 1000 МГц.

Подключить измерительный мост прибора Р2-78 к розетке « ⊖ » поверяемого прибора. Провести измерения максимального значения коэффициента стоячей волны напряжения на участках диапазона частот от 1000 МГц до 2000 МГц и от 2000 МГц до 2499 МГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента стоячей волны напряжения не превышают значения, установленные в п.4.4.33.

7.8 Оформление результатов поверки

7.8.1 Положительные результаты поверки оформляются в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку, в соответствии с ПР 50.2.006, путем оформления свидетельства о поверке и записью в формуляре результатов и даты поверки (при этом запись должна быть удостоверена клеймом).

7.8.2 В случае отрицательных результатов поверки прибор признается непригодным. При этом аннулируется свидетельство и гасится клеймо, выдается извещение о непригодности, об изъятии из обращения и эксплуатации прибора, не подлежащего ремонту, или о проведении повторной поверки после ремонта.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
100

8 Техническое обслуживание

8.1 Прибор не содержит узлов, требующих технического (профилактического) обслуживания в процессе эксплуатации.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						101
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

9 Текущий ремонт

9.1 Ремонт прибора производит предприятие-изготовитель.

Адрес предприятия-изготовителя:

603950. г. Н.Новгород, пр. Гагарина, 174, ФГУП «Нижегородский завод им. М.В. Фрунзе»

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						102
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

10 Хранение

10.1 До введения в эксплуатацию приборы СКЗ-49 могут храниться в не отапливаемом хранилище в упаковке предприятия-изготовителя при температуре от 0 до 40 °С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 35 °С. В отапливаемом хранилище приборы могут храниться в упакованном или неупакованном виде при температуре воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

10.2 При длительном хранении (более одного года) прибор и ЗИП должны находиться в упакованном виде.

10.3 В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

					ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		103

11 Транспортирование

11.1 Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 25 до 55 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха 95 % при температуре 25 °С.

11.2 Прибор допускается транспортировать всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

Транспортирование прибора морским видом транспорта допускается при условии герметизации его упаковки, авиационным транспортом – в герметизированных отапливаемых отсеках.

Прибор может транспортироваться автомобильным транспортом по дорогам с асфальтобетонным и цементно-бетонным покрытием на расстояние до 1000 км со скоростью 60 км/ч, по грунтовым дорогам – на расстояние до 250 км со скоростью менее 30 км/ч.

11.3 При погрузке, транспортировании и выгрузке руководствоваться требованиями манипуляционных знаков, указанных на таре.

11.4 Перед транспортированием повторное упаковывание прибора и ЗИП производится в соответствии с пп. 5.2.3 и 5.2.4.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Инв.№ подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-------------	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
104

12 Тара и упаковка

12.1 Для транспортирования и хранения прибора на складе потребителя предназначена транспортная тара с комплектом специальных амортизирующих вкладышей и влагозащитных чехлов. Для транспортирования и хранения ЗИП прибора имеется укладочный ящик.

12.2 В процессе эксплуатации прибора упаковка для прибора может храниться в условиях неотопливаемого хранилища.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						105
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

13 Маркирование и пломбирование

13.1 Наименование прибора, условное обозначение прибора, товарный знак предприятия-изготовителя, знак утверждения типа средств измерений и знак соответствия нанесены в верхней части лицевой панели прибора.

13.2 Заводской номер, дата выпуска маркируются на задней панели (блоке питания) прибора.

13.3 Все элементы и составные части, установленные на панелях и печатных платах прибора, имеют маркировки позиционных обозначений в соответствии с перечнями элементов к электрическим принципиальным схемам.

13.4 Комплект ЗИП, состоящий из комбинированного комплекта в упаковке, маркируется нанесением условного обозначения прибора непосредственно на поверхность укладочного ящика. Запасное имущество в укладочном ящике имеет маркировку на вкладышах и самих элементах.

13.5 Пломбирование прибора производится двумя мастичными пломбами в местах крепления верхней и нижней крышек.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист
106

Приложение А

(обязательное)

Методика проверки делителя напряжения ИЛГШ.434821.010

Проверка делителя напряжения ИЛГШ.434821.010 выполняется для определения относительной разности коэффициента передачи напряжения с розетки « \ominus » делителя напряжения на выходные розетки « $\oplus 1$ » и « $\oplus 2$ ».

Проверка делителя напряжения ИЛГШ.434821.010 проводится со схемой соединения приборов в соответствии с рисунком А.1.



Рисунок А.1 – Структурная схема проверки делителя напряжения ИЛГШ.434821.010

Сигнал от генератора Г4-201/1 подается на розетку « \ominus » делителя напряжения кабелем ЯНТИ.685671.002. Преобразователь измерительный термоэлектрический ваттметра МЗ-51 подключить непосредственно к розетке « $\oplus 1$ » делителя напряжения. К розетке « $\oplus 2$ » делителя напряжения подключить нагрузку 50 Ом с нормированным значением КСВН из комплекта измерителя КСВН панорамного Р2-78.

На генераторе Г4-201/1 установить несущую частоту равную 100 МГц. Изменяя выходное напряжение генератора, установить мощность по ваттметру МЗ-51 равной $(3 \pm 0,1)$ мВт. Данное значение мощности является результатом первого измерения – Р1.

Не меняя установленное значение частоты и напряжения генератора Г4-201/1, подключить преобразователь измерительный термоэлектрический ваттметра МЗ-51 к розетке « $\oplus 2$ » делителя напряжения, а к розетке « $\oplus 1$ » делителя напряжения подключить

Инд. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

107

нагрузку 50 Ом с нормированным значением КСВН. Провести второе измерение мощности-
P2.

Относительную разность коэффициента передачи напряжения делителя напряжения, ΔKu
рассчитать по формуле

$$\Delta K_u = 1 - \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}, \quad (A.1)$$

где P1 - значение измеренной мощности на розетке « Ⓞ 1 », мВт;

P2 - значение измеренной мощности на розетке « Ⓞ 2 », мВт.

Повторить измерения на частотах 500; 1000; 1500; и 2499 МГц.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если относительная разность
коэффициента передачи делителя напряжения находятся в пределах, приведенных в таблице
A.1.

Таблица A.1

Частота, МГц	100	500	1000	1500	2499
Относительная разность коэффициента передачи	±0,03	±0,04	±0,04	±0,05	±0,06

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Приложение Б

(обязательное)

Сетевые пакеты и команды внешнего управления прибора

Б.1 Структуры пакетов запроса и ответа

Б.1.1 Структуры пакетов запроса и ответа приведены в таблицах Б.1, Б.2.

Таблица Б.1 – Структура пакета запроса

Сетевой адрес прибора	Код запроса	Код параметра	Параметры	Контрольная сумма (CRC)
1 байт	1 байт	от 0 до 1 байт	от 0 до 4 байт	2 байта

Таблица Б.2 – Структура пакета ответа

Сетевой адрес прибора	Код ответа	Код параметра	Поле данных ответа	Контрольная сумма (CRC)
1 байт	1 байт	от 0 до 1 байт	от 1 до 6 байт	2 байта

Б.1.2 Поле сетевого адреса имеет размер один байт. При работе в системе каждому прибору должен быть присвоен уникальный адрес в диапазоне от 01h до EFh.

Адрес 0 используется как общий, на него отвечают все приборы сети и использовать его можно только в случае индивидуальной работы с одним прибором. Кроме того, по нулевому адресу запрещены все операции записи данных и управления, если собственный адрес прибора не нулевой.

Адреса F0h - FDh не используются и зарезервированы для технологических целей.

Б.1.3 Поле кода запроса имеет размер один байт и определяет систему команд.

Б.1.4 Поле кода параметра имеет размер один байт и является расширением (уточнением) кода запроса. Далее в запросе может присутствовать многобайтный параметр. Поля кода параметра и параметры в запросе могут отсутствовать.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

109

Б.1.5 В поле контрольной суммы пакета используется двухбайтная контрольная сумма (CRC), аналогичная коммуникационному протоколу MODBUS. При этом длина пакета увеличивается на один байт по сравнению с пакетом с КС.

Б.1.6 На корректный запрос чтения данных установок режимов работы или данных результатов измерений и в случае отсутствия внутренних ошибок прибор возвращает в поле данных ответа последовательность, длина которой более одного байта. Поле данных пакета ответа содержит данные, зависящие от характера запроса и состояния прибора. Длина поля данных ответа может быть от одного до 6 байт.

Не отвечать на запросы прибор может по пяти причинам:

- не совпал адрес в пакете запроса с индивидуальным сетевым адресом прибора;
- искажена длина пакета запроса;
- не совпала контрольная сумма последовательности запроса с посчитанной контрольной суммой принятой последовательности;
- при обращении на запись по адресу 00h;
- на широковещательный запрос.

Если обнаружена ошибка в команде запроса данных или внутренняя ошибка прибора, не позволяющая удовлетворить запрос, то поле данных ответа будет иметь длину один байт, который называется байтом состояния обмена и должен интерпретироваться в соответствии с таблицей Б.3.

На корректный запрос записи данных прибор возвращает в поле данных ответа всегда один байт, в соответствии с таблицей Б.3.

Таблица Б.3 – Значения байта состояния обмена

Код от-вета	Интерпретация
X0h	Все нормально.
X1h	Недопустимая команда или параметр.
X2h	Внутренняя ошибка.

Младшая тетрада байта состояния обмена является комментарием, а старшая тетрада байта состояния обмена несет информацию о времени занятости прибора на время выполнения предыдущего запроса.

Подп. и дата
 Инв. № дубл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Б.2 Система команд

Б.2.1 Система команд приборов определяется допустимыми кодами в полях «Код запроса», «Код параметра», «Параметры».

Запросы со стороны управляющего компьютера делятся на три группы:

- запрос на тестирование канала связи - код запроса 00h;
- запросы управление - код запроса: 03h;
- запросы на чтение данных - код запроса: 08h.

Б.2.2 Запрос на тестирование канала связи предназначен для проверки качества канала связи или проверки присутствия прибора с указанным адресом в составе системы.

Пакет запроса состоит из трех (четырех) байт:

- первый байт – сетевой адрес прибора;
- второй байт – 00h – код запроса на тестирование;
- третий (четвертый) байт – контрольная сумма.

В ответ на запрос тестирования канала связи прибор отвечает последовательностью из трех (четырех) байт. Интерпретация ответа соответствует таблице Б.3.

Б.2.3 Запросы на запись данных в прибор предназначены для занесения в прибор переменной информации. Через запросы на запись осуществляется управление режимами работы, прибора.

Формат запроса на запись параметров соответствует таблице Б.4.

Таблица Б.4 – Формат запроса на запись параметров

Сетевой адрес прибора	Код запроса	Код параметра	Параметры	Контрольная сумма (CRC)
1 байт	03h	0h -09h	от 1 до 4 байт	2 байта

Перечень записываемых параметров приведен в таблице Б.5. На все приведенные в таблице Б.5 запросы прибор отвечает байтом состояния обмена в соответствии с таблицей Б.3.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						111

Таблица Б.5 – Перечень записываемых параметров

Код параметра	Наименование параметра	Параметры	
		1 байт	2 байт
00h	Режим модуляции	0 - АМ 1 - ФМ 2 - ЧМ	- - -
01h	Режим КГ	0 - ВЫКЛЮЧИТЬ 1 - ВКЛЮЧИТЬ	- -
02h	Режим МШИ	0 - ВЫКЛЮЧИТЬ 1 - ВКЛЮЧИТЬ	- -
03h	Детектор	0 - «+» 1 - «-»	- -
04h	НАСТРОЙКА	0 - АВТ 1 - РУЧН	- -
05h	Фильтр	0 - ФВЧ	0 - ФВЧ 20 Гц 1 - ФВЧ 300 Гц
		1 - ФНЧ	0 - ФНЧ 3,4 кГц 1 - ФНЧ 20 кГц 2 - ФНЧ 60 кГц 3 - ФНЧ 200 кГц
		2 - ВЧФ	0 - ВЧФ 0,15 МГц 1 - ВЧФ 1,4 МГц 2 - ВЧФ 2 МГц 3 - ВЧФ 4 МГц
06h	Усреднение	0 - АМпик 1 - ФМпик 2 - ЧМпик 3 - АМ скз 4 - ФМ скз 5 - ЧМ скз	Значение Значение Значение Значение Значение
07h	Режим удаленного управления	0 - НЕТ 1 - Клиент 2 - Сервер	- - -
08h	Установка частоты ВЧ	4 байта в формате Float	
09h	Калибровка	0 - АМ 1 - ФМ 2 - ЧМ	- - -

Установка частоты осуществляется в формате представления чисел с плавающей запятой - Float.

Инв.№ подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛГШ.411166.001 РЭ	Лист
						112

Б2.4 Запросы на чтение данных из прибора предназначены для считывания сохраненных внутренних установок, а так же мгновенных значений результатов измерения.

Формат запроса на чтение данных соответствует таблице Б.6.

Таблица Б.6 – Формат запроса на чтение данных

Сетевой адрес прибора	Код запроса	Код параметра	Параметры	Контрольная сумма (CRC)
1 байт	08h	0h - 01h	от 1 до 4 байт	2 байта

Перечень запрашиваемых параметров и размер поля данных ответа, в случае корректного запроса и отсутствия внутренних ошибок, приведен в таблице Б.7.

Таблица Б.7 - Перечень запрашиваемых параметров и размер поля данных ответа

Код параметра	Параметр		Размер поля данных ответа	
	1-й байт	2-й байт		
00h	0 – Режим модуляции	0	1 байт: соответствует значению параметра таблицы Б.5 2 байт = 0	
	1 – Режим КГ	0		
	2 – Режим МШИ	0		
	3 – Детектор	0		
	4 – НАСТРОЙКА	0		
	5 – Фильтр	0		
		1	1 байт: значение 2 байт = 0	
		2		
	6 – Усреднение	0 – АМ пик 1 – ФМ пик 2 – ЧМ пик 3 – АМ скз 4 – ФМ скз 5 – ЧМ скз		
	7 – Режим удаленного управления	0		1 байт: соответствует значению параметра таблицы Б.5 2 байт = 0
9 – Результаты калибровки	0 – АМ 1 – ФМ 2 – ЧМ		1 байт: 0 – результат не готов 1 – успешно 2 – не успешно 2 байт = 0	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Продолжение таблицы Б.7

Код параметра	Параметр		Размер поля данных ответа
01h	1-й байт		4 байта в формате Float
	0 – Коэффициент АМ пик 1 – Коэффициент АМ скз 2 – Девиации частоты пик 3 – Девиации частоты скз 4 – Индекс ФМ пик 5 – Индекс ФМ скз 6 – Напряжение ВЧ 7 – Мощность ВЧ 8 – Частота ВЧ 9 – Частота ПЧ А – Частота НЧ В – КГ		
02h	1-й байт	2-й байт	2 байта 4 байта от 2-х до 128 байт
	Прочитать данные о метрологически значимой части ПО: 0 – Передать контрольную сумму файла СКЗ_49.dll 1 – Передать размер файла 2 – Передать файл СКЗ_49.dll (массив файла страницами по 128 байт)		
		номер страницы	

Прибор осуществляет передачу данных в формате представления чисел с плавающей запятой - Float. Размерность выводимых данных соответствует таблице Б.8.

Таблица Б.8 - Размерность выводимых данных

Данные	Размерность данных
Коэффициент АМ	%
Девиация частоты	Гц
Индекс ФМ	рад
Частота ВЧ	МГц
Напряжение ВЧ	мВ
Мощность ВЧ	мВт
Коэффициент гармоник	%
Частота ПЧ	МГц
Частота НЧ	Гц

Подп. и дата
 Инв.№ дубл.
 Взам. инв.№
 Подп. и дата
 Инв.№ подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Б.3 Расчет контрольной суммы

Б.3.1 Быстрый расчет CRC с полиномом MODBUS на языке Паскаль приведен ниже.

```
const srCRCHi:array[0..255] of byte = (
```

```
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
$00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40,
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41,
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40,
$01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40,
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40,
$01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40,
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
$00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
$01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40,
$01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40, $00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41,
$00, $C1, $81, $40, $01, $C0, $80, $41, $01, $C0, $80, $41, $00, $C1, $81, $40);
```

```
srCRCLo:array[0..255] of byte = (
```

```
$00, $C0, $C1, $01, $C3, $03, $02, $C2, $C6, $06, $07, $C7, $05, $C5, $C4, $04, $CC, $0C, $0D, $CD,
$0F, $CF, $CE, $0E, $0A, $CA, $CB, $0B, $C9, $09, $08, $C8, $D8, $18, $19, $D9, $1B, $DB, $DA, $1A,
$1E, $DE, $DF, $1F, $DD, $1D, $1C, $DC, $14, $D4, $D5, $15, $D7, $17, $16, $D6, $D2, $12, $13, $D3,
$11, $D1, $D0, $10, $F0, $30, $31, $F1, $33, $F3, $F2, $32, $36, $F6, $F7, $37, $F5, $35, $34, $F4,
$3C, $FC, $FD, $3D, $FF, $3F, $3E, $FE, $FA, $3A, $3B, $FB, $39, $F9, $F8, $38, $28, $E8, $E9, $29,
$EB, $2B, $2A, $EA, $EE, $2E, $2F, $EF, $2D, $ED, $EC, $2C, $E4, $24, $25, $E5, $27, $E7, $E6, $26,
$22, $E2, $E3, $23, $E1, $21, $20, $E0, $A0, $60, $61, $A1, $63, $A3, $A2, $62, $66, $A6, $A7, $67,
$A5, $65, $64, $A4, $6C, $AC, $AD, $6D, $AF, $6F, $6E, $AE, $AA, $6A, $6B, $AB, $69, $A9, $A8, $68,
$78, $B8, $B9, $79, $BB, $7B, $7A, $BA, $BE, $7E, $7F, $BF, $7D, $BD, $BC, $7C, $B4, $74, $75, $B5,
$77, $B7, $B6, $76, $72, $B2, $B3, $73, $B1, $71, $70, $B0, $50, $90, $91, $51, $93, $53, $52, $92,
$96, $56, $57, $97, $55, $95, $94, $54, $9C, $5C, $5D, $9D, $5F, $9F, $9E, $5E, $5A, $9A, $9B, $5B,
$99, $59, $58, $98, $88, $48, $49, $89, $4B, $8B, $8A, $4A, $4E, $8E, $8F, $4F, $8D, $4D, $4C, $8C,
$44, $84, $85, $45, $87, $47, $46, $86, $82, $42, $43, $83, $41, $81, $80, $40);
```

```
const InitCRC:word = $FFFF;
```

```
function UpdCRC(C : byte; oldCRC : word) : word;
```

```
var i: byte;
```

```
arrCRC: array [0..1] of byte absolute oldCRC;
```

```
begin
```

```
  i:= arrCRC[1] xor C;
```

```
  arrCRC[1]:= arrCRC[0] xor srCRCHi[i];
```

```
  arrCRC[0]:= srCRCLo[i];
```

```
  UpdCRC:=oldCRC;
```

```
end;
```

Подп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам. инв.№	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ИЛГШ.411166.001 РЭ

Лист

115

```
// Пусть BufSend содержит подготовленный для отправки пакет длиной LengthSend байт
  Crc := UpdCRC(BufSend[0],InitCRC);
  For I := 1 to LengthSend-1 do Crc := UpdCRC(BufSend[I], Crc);
  BufSend[LengthSend] := Crc mod 256;
  BufSend[LengthSend + 1] := Crc div 256.
```

Б.3.2 Описание генерации CRC протокола MODBUS

Generating a CRC

Step 1 Load a 16-bit register with FFFF hex (all 1's). Call this the CRC register.

Step 2 Exclusive OR the first eight-bit byte of the message with the low order byte of the 16-bit CRC register, putting the result in the CRC register.

Step 3 Shift the CRC register one bit to the right (toward the LSB), zeroing the MSB. Extract and examine the LSB.

Step 4 If the LSB is 0, repeat Step 3 (another shift). If the LSB is 1, Exclusive OR the CRC register with the polynomial value A001 hex (1010 0000 0000 0001).

Step 5 Repeat Steps 3 and 4 until eight shifts have been performed. When this is done, a complete eight-bit byte will have been processed.

Step 6 Repeat Steps 2...5 for the next eight-bit byte of the message/ Continue doing this until all bytes have been processed.

Result The final contents of the CRC register is the CRC value.

Step 7 When the CRC is placed into the message, its upper and lower bytes must be swapped as described below.

Placing the CRC into the Message

When the 16-bit CRC (two eight-bit bytes) is transmitted in the message, the low order byte will be transmitted first, followed by the high order byte-e.g., if CRC value is 1241 hex (0001 0010 0100 0001):

Address	Func.	Data Count	Data	Data	Data	Data	CRC Lo 41h	CRC Hi 12h
---------	-------	------------	------	------	------	------	---------------	---------------

Инь.№ дубл.
Инь.№ дубл.
Взам. инв.№
Инь.№ подл.
Подп. и дата
Подп. и дата
Инь.№ подл.