

ОКПД2 26.51.43.115

КОМПАРАТОРЫ-АНАЛИЗАТОРЫ ФАЗОВЫЕ VCH-325, VCH-325A
Руководство по эксплуатации
ЯКУР.411146.041РЭ

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

Содержание

1	Нормативные ссылки.....	5
2	Определения, обозначения и сокращения	6
3	Требования безопасности.....	7
4	Описание прибора и принципов его работы	8
4.1	Назначение прибора и условия эксплуатации.....	8
4.2	Технические характеристики.....	10
4.3	Состав комплекта поставки прибора	16
4.4	Устройство и принцип действия	18
4.5	Применение встроенных опорных генераторов.....	21
5	Подготовка прибора к работе	23
5.1	Эксплуатационные ограничения	23
5.2	Распаковывание и повторное упаковывание.....	24
5.3	Порядок установки.....	30
5.4	Подготовка к работе	30
5.5	Порядок загрузки программного обеспечения	31
6	Порядок работы.....	32
6.1	Расположение органов управления и подключения прибора.....	32
6.2	Подготовка к проведению измерений.....	36
6.3	Порядок проведения измерений	37
6.4	Перечень режимов работы прибора и погрешность измерений.....	38
7	Поверка прибора	47
8	Техническое обслуживание	48
9	Ремонт	50
10	Транспортирование и хранение	51
11	Тара и упаковка	53
12	Маркирование и пломбирование	54
13	Утилизация	54
	Приложение А (справочное) Примеры расчетных функций различных режимов работы прибора	55
	Приложение Б (справочное) Пояснение к полосе пропускания измерительных каналов прибора	61

Перв. примен.	ЯКУР.411146.041
Справ. №	VCH-325

Подп. и дата	
Инва. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подп. и дата	

ЯКУР.009-2025					ЯКУР.411146.041РЭ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Компараторы-анализаторы фазовые VCH-325, VCH-325А Руководство по эксплуатации			Лит.	Лист	Листов	
		Костылев		30.01.25						2	64
		Кириллов									
		Соловьев В.Ю.									
		Киселёва									
		Пелюшенко									

Настоящее Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил эксплуатации и технического обслуживания Компаратора-анализатора фазового VCH-325 (далее – прибор) и Компаратора-анализатора фазового VCH-325А (далее – прибор со встроенными опорными генераторами).

Настоящее Руководство по эксплуатации содержит описание, технические характеристики и сведения, необходимые для использования приборов по назначению.

Состав эксплуатационной документации, поставляемой с прибором и прибором со встроенными опорными генераторами:

- Компараторы-анализаторы фазовые VCH-325, VCH-325А Руководство по эксплуатации ЯКУР.411146.041РЭ;
- Компаратор-анализатор фазовый VCH-325. Формуляр ЯКУР.411146.041ФО для прибора конструктивного исполнения ЯКУР.411146.041;
- Компаратор-анализатор фазовый VCH-325А. Формуляр ЯКУР.411146.041-01ФО для прибора конструктивного исполнения ЯКУР.411146.041-01 (поставляется с прибором со встроенными опорными генераторами);
- Программное обеспечение «Компаратор-анализатор фазовый». Руководство оператора RU.ЯКУР.00212-01 34 01;
- Программа обработки измерений частотных компараторов Analyser. Инструкция пользователя RU.ЯКУР.00053-01 90 01.

Прибор обслуживается одним человеком с высшим техническим или средним профессиональным образованием.

Изготовитель ведет постоянную работу по совершенствованию приборов. В связи с этим могут иметь место схемные и конструктивные (в т.ч. по составу приборов) изменения, не ухудшающие их технических характеристик.

Внешний вид компараторов-анализаторов фазовых VCH-325, VCH-325А приведен на рисунке 1.1 а), б).

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Инв. № подл.	Взамен инв. №			
	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР.411146.041РЭ				Лист
				3



Рисунок 1.1 а) – Внешний вид компаратора-анализатора фазового VCH-325А



Рисунок 1.1 б) – Внешний вид компаратора-анализатора фазового VCH-325

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

2 Определения, обозначения и сокращения

2.1 В настоящем Руководстве применены следующие сокращения:

- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- ЗИП-О – запасные части, инструменты, принадлежности и материалы, используемые для технического обслуживания и ремонта одного изделия на месте эксплуатации силами обслуживающего персонала в течение срока службы прибора;
- КИХ-фильтр – фильтр с конечной импульсной характеристикой;
- ОРЧ – относительная разность частот;
- ОТК – отдел технического контроля;
- ПФМ – паразитная фазовая модуляция;
- Программа КАФ – Программа «Программа компаратор-анализатор фазовый» RU.ЯКУР.00212-01, входит в состав комплекта поставки прибора;
- ПФМ – паразитная фазовая модуляция;
- ПЦС – прямой цифровой синтез;
- РО КАФ – эксплуатационный документ – Программа «Компаратор-анализатор фазовый». Руководство оператора» RU.ЯКУР-00212-01 34 01, входит в состав комплекта поставки прибора;
- сигнал ИС – синусоидальный входной сигнал, поданный на разъем « \ominus ИС» прибора (Исследуемый Сигнал);
- сигнал ОС1 – синусоидальный входной сигнал, поданный на разъем « \ominus ОС1» прибора (Опорный Сигнал 1);
- сигнал ОС2 – синусоидальный входной сигнал, поданный на разъем « \ominus ОС2» прибора (Опорный Сигнал 2);
- СКДО – среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение измеренного значения меры частоты сигнала;
- СПМ – спектральная плотность мощности фазовых шумов измеряемых сигналов;
- ССБТ – система стандартов безопасности труда;
- ТКФ – температурный коэффициент изменения фазы;
- ТО – техническое обслуживание;
- ТУ – документ «Компаратор-анализатор фазовый VCH-325. Технические условия» ЯКУР.411146.041ТУ;
- ЦОС – цифровая обработка сигналов;
- USB – обозначение универсального компьютерного интерфейса.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Взамен инв. №	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР.411146.041РЭ				Лист
				6

3 Требования безопасности

3.1 По требованиям безопасности прибор:

- относится к классу I по способу защиты человека от поражения электрическим током и обеспечивает максимальную безопасность обслуживающего персонала в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75;

- в части безопасности эксплуатации соответствует ГОСТ ИЕС 61010-1-2014, категория перенапряжения II, для изоляции – степень загрязнения 2;

- в части электробезопасности соответствует ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ Р 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.030-81;

- в части пожаробезопасности соответствует ГОСТ 12.1.004-91.

3.2 Перед началом работы необходимо изучить настоящее Руководство по эксплуатации.

3.3 При эксплуатации прибора вилку сетевого кабеля необходимо подключать к розетке, имеющей контакт защитного заземления. При отсутствии в сети защитного заземления допускается заземлять прибор через клемму защитного заземления «⊕» на задней панели прибора. При этом подсоединение защитного заземления должно проводиться до включения приборной вилки в сеть. При использовании прибора совместно с другими приборами или включении его в состав установки необходимо заземлить все приборы.

ВНИМАНИЕ! НЕ ДОПУСКАЕТСЯ РАБОТА С ПРИБОРАМИ БЕЗ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ!

3.4 В процессе ремонта и при проверке режимов элементов нельзя допускать прикосновения к токонесущим элементам, так как в приборе имеется переменное напряжение номинальным значением 220 В.

3.5 Ремонт и эксплуатация прибора должны производиться квалифицированным персоналом, имеющим допуск к работе с напряжением до 1000 В.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ! ЗАМЕНА БЛОКОВ И ДЕТАЛЕЙ ДОЛЖНА ПРОИЗВОДИТЬСЯ ТОЛЬКО ПРИ ОБЕСТОЧЕННОМ ПРИБОРЕ И ОТКЛЮЧЕННОМ ШНУРЕ ПИТАНИЯ!

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

4 Описание прибора и принципов его работы

4.1 Назначение прибора и условия эксплуатации

4.1.1 Компараторы-анализаторы фазовые VCH-325 ЯКУР.411146.041, VCH-325А ЯКУР.411146.041-01 предназначены для измерения относительной разности и нестабильности фаз и частот, а также спектральной плотности мощности фазовых флуктуаций синусоидальных сигналов с частотами от 1 до 100 МГц.

Компаратор-анализатор фазовый VCH-325А имеет встроенные генераторы высокостабильного синусоидального сигнала с номиналами частот 4,8 и 5,3 МГц для обеспечения автономных измерений.

4.1.2 Основные области применения прибора:

- при разработке, производстве и испытаниях стандартов частоты и времени;
- в области обеспечения единства измерений с целью определения метрологических параметров стандартов частоты и времени;
- в системах хранения времени;
- при проведении научных исследований;
- при измерениях в системах тактовой синхронизации.

4.1.3 По условиям эксплуатации прибор удовлетворяет требованиям, предъявляемым к аппаратуре по группе 3 ГОСТ 22261-94 климатического исполнения УХЛ с диапазоном рабочих температур от плюс 5 °С до плюс 40 °С, относительная влажность до 90 % при температуре окружающей среды плюс 25 °С и предельными температурами от минус 50 °С до плюс 55 °С, относительной влажности до 95 % при температуре плюс 25 °С.

4.1.4 Условия эксплуатации прибора.

Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха плюс – (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха –от 30 % до 80 %;
- напряжение сети переменного тока – (220±4,4) В;
- атмосферное давление –от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.).

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха –от плюс 5 °С до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха –до 90 % при температуре окружающей среды плюс 25 °С;
- атмосферное давление –от 70 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт.ст.);

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- напряжение сети переменного тока –(220±22) В;
- частота сети переменного тока –(50±2) Гц.

Предельные условия эксплуатации:

- температура окружающей среды –от минус 50 °С до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха –..... до 95 %

при температуре окружающей среды плюс 25 °С.

4.1.5 Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм после пребывания в предельных климатических условиях с последующей выдержкой в нормальных (рабочих) условиях в течение 24 ч.

4.1.6 По нормам безопасности прибор соответствует требованиям ГОСТ ИЕС 61010-1-2014.

4.1.7 По нормам электромагнитной совместимости в части помехоустойчивости и электромагнитной эмиссии прибор соответствует требованиям ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014. Прибор относится к оборудованию класса В и предназначен для применения в базовой электромагнитной обстановке, в лабораторных зонах испытаний и измерений.

4.1.8 Запись прибора при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

Компаратор-анализатор фазовый VCH-325 ЯКУР.411146.041

Компаратор-анализатор фазовый VCH-325А ЯКУР.411146.041-01

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата				
	Взамен инв. №					Инв. №				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ					Лист
										9

- сохранение результатов измерений в виде файлов.

4.2.7 Полоса пропускания измерительных каналов при измерении нестабильности частоты по отношению к флуктуациям частоты входных синусоидальных сигналов может быть выбрана из ряда 0,5; 1,5; 5; 50; 500 Гц (формируется цифровым способом).

Примечание – Полоса пропускания измерительных каналов равная 1,5 Гц в программе «Компаратор-анализатор фазовый» обозначена как полоса «3 Гц» для сохранения соответствия характеристик с другими компараторами, производимыми АО «Время-Ч», в части полосы пропускания. Пояснения представлены в Приложении Б настоящего Руководства по эксплуатации.

4.2.8 Диапазон частот анализа спектральной плотности мощности фазовых шумов – от 1 Гц до 100 кГц.

4.2.9 Диапазон интервалов времени измерения τ , в зависимости от полосы пропускания соответствует значениям, приведенным в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Полоса пропускания, Гц	Интервал времени измерения – τ , с
500	1; 10; 100 мс, 1; 10; 100; 1000 с, 1 ч, 1 сут
50	10; 100 мс, 1; 10; 100; 1000 с, 1 ч, 1 сут
5	100 мс, 1; 10; 100; 1000 с, 1 ч, 1 сут
0,5; 1,5;	1; 10; 100; 1000 с, 1 ч, 1 сут

4.2.10 Основная погрешность измерения в части нестабильности частоты (нестабильность частоты, вносимая прибором, – СКДО), при нулевой разности частот входных сигналов, не более значений, приведенных в таблице 4.2.

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

Таблица 4.3

Частота анализа	СПМ фазовых шумов, дБн/Гц					
	Режим «3 входа» для пар сигналов ОС1-ИС, ОС2-ИС			Режим «2 входа» для пары сигналов ОС1-ИС Режим «3 входа» для сигнала ИС		
	Частота входного сигнала			Частота входного сигнала		
	5 МГц	10 МГц	100 МГц	5 МГц	10 МГц	100 МГц
1 Гц	-130	-127	-107	-135	-130	-110
10 Гц	-143	-135	-115	-150	-145	-127
100 Гц	-145	-143	-127	-155	-153	-140
1 кГц	-146	-145	-133	-160	-158	-143
10 кГц	-147	-145	-135	-163	-160	-150
100 кГц	-148	-146	-140	-163	-160	-155

4.2.13 Уровень собственных фазовых шумов (СПМ) встроенных опорных генераторов (только для прибора со встроенными опорными генераторами) не более значений, представленных в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Частота анализа	СПМ фазовых шумов, дБн/Гц	
	Опорный генератор 4,8 МГц	Опорный генератор 5,3 МГц
1 Гц	-113	-113
10 кГц	-156	-156

4.2.14 Дополнительная погрешность измерения – амплитуда паразитной фазовой модуляции (ПФМ) при наличии разности частот входных сигналов, – не более $2,0 \cdot 10^{-12}$ с.

4.2.15 Дополнительная погрешность измерения – температурный коэффициент изменения фазы (ТКФ), обусловленный фазовым сдвигом при изменении температуры окружающей среды, – не более $5,0 \cdot 10^{-12}$ с/°С.

4.2.16 Прибор допускает непрерывную круглосуточную работу.

4.2.17 Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ при питании от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В с частотой (50 ± 2) Гц.

4.2.18 Мощность, потребляемая прибором от питающей сети переменного тока номинальным напряжением 220 В, – не более 60 В·А.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
											14

4.2.19 Масса прибора – не более 12 кг, в ящике из гофрированного картона – не более 15 кг, в укладочно-транспортном ящике – не более 45 кг.

4.2.20 Габариты (В×Ш×Г) – 184×449×337 мм.

4.2.21 Показатели надежности прибора.

4.2.21.1 Средняя наработка на отказ – не менее 10000 ч.

4.2.21.2 Гамма-процентный ресурс, при доверительной вероятности равной 0,95 – не менее 10000 ч.

4.2.21.3 Среднее время восстановления работоспособного состояния – не более 4 часов.

4.2.21.4 Гамма-процентный срок службы, при доверительной вероятности равной 0,95 – не менее 10 лет.

4.2.21.5 Гамма-процентный срок сохраняемости, при доверительной вероятности равной 0,95:

- не менее 10 лет в отапливаемых хранилищах;
- не менее 3 лет в неотапливаемых хранилищах.

4.2.21.6 Вероятность отсутствия скрытых отказов за межповерочный интервал 24 месяца при среднем коэффициенте использования равном 0,1 – не менее 0,95.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

Лист
15

4.3 Состав комплекта поставки прибора

4.3.1 Состав комплекта поставки компаратора-анализатора фазового VCH-325 приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во	Примечание
1 Компаратор-анализатор фазовый VCH-325	ЯКУР.411146.041	1	
2 Комплект ЗИП-О:			
2.1 Вставка плавкая ВП2Б-1В 2 А	ОЮ0.481.005 ТУ-Р	6	
3 Комплект кабелей:			
3.1 Кабель соединительный ВЧ	ЯКУР.685661.054	1	SMA-N; 1,5 м;
3.2 Кабель соединительный ВЧ	ЯКУР.685661.033	3	SMA-N; 0,2 м
3.3 Кабель сетевой	SCZ-1	1	
3.4 Кабель интерфейсный	USB2.0 AM/BM-1,8M	1	
4 Делитель мощности	ZA3CS-400-3W-S	1	
5 Комплект эксплуатационной документации:			
5.1 Руководство по эксплуатации	ЯКУР.411146.041РЭ	1	
5.2 Формуляр	ЯКУР.411146.041ФО	1	
5.3 Компараторы-анализаторы фазовые VCH-325, VCH-325A. Методика поверки	ЯКУР.411146.041МП	1	
5.4 Программа «Компаратор-анализатор фазовый». Руководство оператора	RU.ЯКУР.00212-01 34 01	1	
5.5 Программа обработки измерений частотных компараторов Analyser. Инструкция пользователя	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	1	
6 Программное обеспечение:			
6.1 Программа «Компаратор-анализатор фазовый». Программа установки	RU.ЯКУР.00212-01 90 01	1	на электронном носителе
7 Ящик укладочно-транспортный	ЯКУР.323361.034	1	Поставляется по требованию потребителя

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

4.3.2 Состав комплекта поставки компаратора-анализатора фазового VCH-325A
приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во	Примечание
1 Компаратор-анализатор фазовый VCH-325A	ЯКУР.411146.041-01	1	
2 Комплект ЗИП-О:			
2.1 Вставка плавкая ВП2Б-1В 2 А	ОЮ0.481.005 ТУ-Р	6	
3 Комплект кабелей:			
3.1 Кабель соединительный ВЧ	ЯКУР.685661.054	1	SMA-N; 1,5 м
3.2 Кабель соединительный ВЧ	ЯКУР.685661.033	3	SMA-N; 0,2 м
3.3 Кабель соединительный ВЧ	ЯКУР.685661.046	2	N-N; 0,25 м
3.4 Кабель сетевой	SCZ-1	1	
3.5 Кабель интерфейсный	USB2.0 AM/BM-1,8М	1	
4 Делитель мощности	ZA3CS-400-3W-S	1	
5 Комплект эксплуатационной документации:			
5.1 Руководство по эксплуатации	ЯКУР.411146.041РЭ	1	
5.2 Формуляр	ЯКУР.411146.041-01ФО	1	
5.3 Компараторы-анализаторы фазовые VCH-325, VCH-325A. Методика поверки	ЯКУР.411146.041МП	1	
5.4 Программа «Компаратор-анализатор фазовый». Руководство оператора	RU.ЯКУР.00212-01 34 01	1	
5.5 Программа обработки измерений частотных компараторов Analyser. Инструкция пользователя	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	1	
6 Программное обеспечение:			
6.1 Программа «Компаратор-анализатор фазовый». Программа установки	RU.ЯКУР.00212-01 90 01	1	на электронном носителе
7 Ящик укладочно-транспортный	ЯКУР.323361.034	1	Поставляется по требованию потребителя

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

4.4 Устройство и принцип действия

4.4.1 В основе работы прибора лежат принципы цифровой обработки сигналов и современная высокотехнологичная элементная база, позволяющие осуществить прямую цифровую обработку входных сигналов для расчета их характеристик без каких-либо преобразований в аналоговых схемах (кроме усиления).

Структурная схема тракта обработки сигнала прибора представлена на рисунке 4.1. Компаратор-анализатор фазовый VCH-325 содержит четыре идентичных двойных измерительных канала, каждый из которых предназначен для вычисления разности фаз между двумя анализируемыми сигналами. В измерительном канале входные сигналы оцифровываются двумя аналого-цифровыми преобразователями (АЦП) и подаются на входы двухканального смесителя. В смесителе оцифрованные входные сигналы перемножаются со сдвинутыми друг относительно друга на $\pi/2$ (cos и sin) сигналами квадратурного гетеродина, полученными методом прямого цифрового синтеза (ПЦС), позволяющего синтезировать сигналы с частотами, близкими к частотам входных сигналов, как указано в (4.1):

$$I_F = \cos \theta_{\text{ВХ}} \cos \theta_{\text{ПЦС}} = \frac{1}{2} [\cos(\theta_{\text{ВХ}} - \theta_{\text{ПЦС}}) + \cos(\theta_{\text{ВХ}} + \theta_{\text{ПЦС}})],$$

$$Q_F = \cos \theta_{\text{ВХ}} \sin \theta_{\text{ПЦС}} = \frac{1}{2} [\sin(\theta_{\text{ВХ}} - \theta_{\text{ПЦС}}) + \sin(\theta_{\text{ВХ}} + \theta_{\text{ПЦС}})]$$
(4.1)

где $\theta_{\text{ВХ}} = \omega_{\text{ВХ}}t + \varphi_{\text{ВХ}}$ – фаза входного сигнала, $\theta_{\text{ПЦС}} = \omega_{\text{ПЦС}}t + \varphi_{\text{ПЦС}}$ – фаза синтезированного сигнала.

После перемножения осуществляется фильтрация и прореживание сигнала гребенчатым фильтром (СИС-фильтр) и каскадом цифровых фильтров низких частот с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры на схеме). Гребенчатые фильтры позволяют отфильтровать сигнал в экстремально-узкой полосе, что удобно при реализации прореживания с высоким коэффициентом порядка 100 и более. В результате фильтрации остаются только низкочастотные составляющие сигналов I_F и Q_F , пропорциональные косинусу и синусу разности фаз входного и синтезированного сигналов соответственно. Полученные сигналы можно интерпретировать как действительную и мнимую части входного сигнала. Далее для вычисления разности фаз выполняются функции деления I_F/Q_F и взятия арктангенса полученного отношения, которые реализованы в программируемой логической интегральной схеме.

Синтезаторы прямого цифрового синтеза (ПЦС) тактируются кварцевым генератором прибора, который в результате вносит шум в измеренную разность фаз. Для исключения из

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Изм. Лист № докум. Подп. Дата				
Взамен инв. №	Изн. № дубл.				18
	Подп. и дата				
ЯКУР.411146.041РЭ					

схемы обработки аддитивного шума опорного генератора применяется схема вычитания выборок в каналах, тактируемых общим сигналом. В результате вычитания на выходе измерительного канала компаратора получаются выборки разности фаз двух сигналов, поданных на вход:

$$\varphi_{\text{ВХ1, ВХ2}} = (\theta_{\text{ВХ1}} - \theta_{\text{ПЦС}}) - (\theta_{\text{ВХ2}} - \theta_{\text{ПЦС}}) = \theta_{\text{ВХ1}} - \theta_{\text{ВХ2}}. \quad (4.2)$$

В случае различных частот входных сигналов измерительного канала перед вычитанием требуется осуществить масштабирование одной из разностей фаз с коэффициентом, равным соответствующему отношению частот.

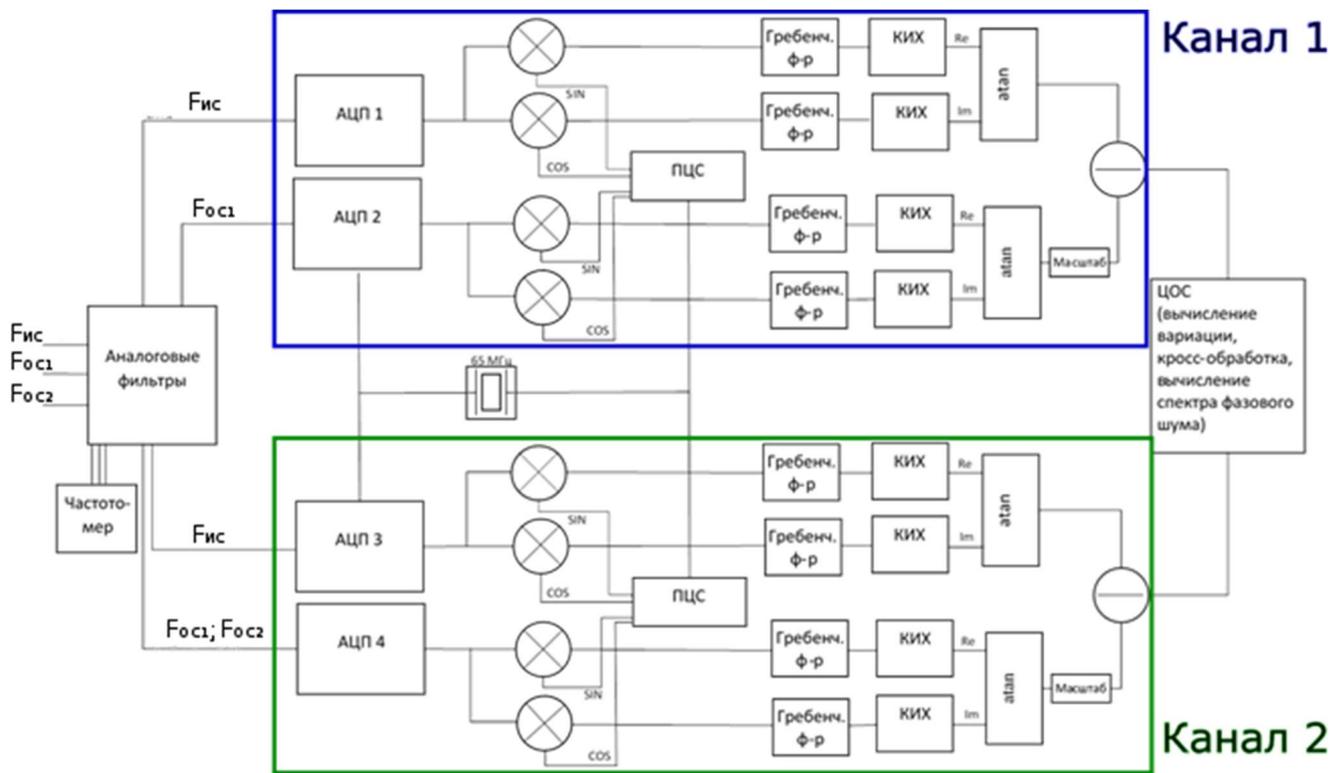


Рисунок 4.1 – Структурная схема тракта обработки сигналов прибора

В полученной разности фаз исключен шум тактового генератора, но остаются шумы, добавленные при аналого-цифровом преобразовании.

Используемая схема (рисунок 4.1) позволяет значительно снизить влияние шумов АЦП на результаты измерений благодаря дублированию измерительных каналов и применению кросскорреляционной обработки выборок разностей фаз, полученных в двух параллельных измерительных каналах. Измерительные каналы используют разные микросхемы АЦП,

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

поэтому вносимые ими шумы можно считать в значительной степени некоррелированными. В таком случае кросскорреляционная обработка позволяет снизить уровень вносимых аналого-цифровыми преобразователями шумов на величину порядка 15 дБ.

Выборки разностей фаз и результаты вычисления взаимной спектральной плотности фазовых шумов (СПМ) пар сигналов методом БПФ передаются во внешний персональный компьютер, который вычисляет относительную разность частот (ОРЧ), СКДО, СПМ каждого сигнала методом трех генераторов с применением кросскорреляционной обработки сигналов.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ		
					20		

4.5 Применение встроенных опорных генераторов

В приборе используется метод трех генераторов, позволяющий повысить точность измерений входных сигналов за счет исключения нестабильности $\sigma_{fc}^2/2$, где σ_{fc}^2 – оценка вариации Аллана, вызванная систематической ошибкой (смещением), вносимой трактом компаратора (значение σ_{fc}^2 можно измерить в режиме, когда на все входы компаратора подключен один и тот же высокостабильный сигнал). Четырехканальная схема с двойной обработкой сигналов \sin и \cos уменьшает ошибку измерения, вносимую компараторами для измеряемого сигнала, подсоединённого одновременно к обоим каналам обработки – это канал «ИС».

Измерение спектра может происходить на частотах в диапазоне 1-100МГц. Спектральная плотность мощности фазовых шумов измеряемых сигналов (СПМ) вычисляется периодограммным методом с взвешиванием значений в окне Ханна. Вначале происходит вычисление СПМ частотных шумов в каждом декадном окне с помощью БПФ ($D = 2^k$), далее полученные значения усредняются:

$$S_{ис}(f) = 2,5 \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{P}\right) \sum_{p=0}^{p-1} \frac{1}{DT} \left| \sum_{m=0}^{D-1} x^p[m] e^{-j2\pi f m T} \right|^2 \quad (4.3)$$

СПМ разности фаз входных сигналов на некоторой частоте f_0 вычисляется по формуле:

$$S_{\phi}(f) = 4\pi^2 f_0^2 S_{ис}(f) \quad (4.4)$$

В режиме «2 входа» всегда СПМ вычисляется кросскорреляционным методом, то есть отсчёты в спектральной области, вычисленные для каждого из каналов, перемножаются и в результате на экран выводится спектральная характеристика пары сигналов ОС1-ИС.

При этом происходит масштабирование ко входу ИС по формуле:

$$20 \lg \left(\frac{F_{inf}(x)}{F_{ref}(y)} \right), \quad (4.5)$$

где $F_{inf}(x)$ – частота сигнала, поданного на вход ИС

$F_{ref}(y)$ - частота сигнала, поданного на вход ОС1 при включении режима двух генераторов.

Причем требуется, что приведенные шумы опорного сигнала к измеряемому входу должны быть хотя бы в три раза лучше шумов измеряемого сигнала для достоверности измерений.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Подп. и дата			
Взамен инв. №	Инв. № дубл.			
	Инв. № дубл.			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР.411146.041РЭ				Лист
				21

Работа прибора с применением встроенных опорных генераторов основана на использовании двух независимых опорных генераторов, с последующим вычислением кросс-вариации для исследуемого сигнала. Сигналы этих генераторов некоррелированы также как и шумы компараторов ОС1-ИС и ОС2-ИС. Схема измерений приведена на рисунке 4.2. Генераторы должны иметь разность частот не менее 100 кГц (100 кГц – максимальная частота анализа в S_{uc}). Это позволяет исключить возникновение паразитных составляющих в измеряемом спектре.

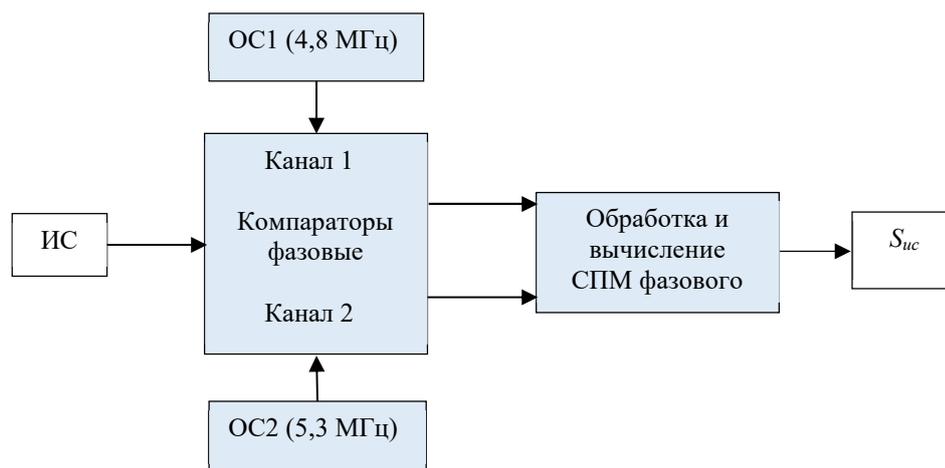


Рисунок 4.2 – Схема измерений S_{uc} в режиме 2х опорных генераторов.

Здесь: ИС – исследуемый сигнал, ОС1 и ОС2 – сигналы встроенных опорных генераторов.

S_{uc} – СПМ фазового шума исследуемого сигнала с внесенными погрешностями.

Шумы опорных генераторов и фазовых компараторов некоррелированы, поэтому их вклад в общую ошибку измерений будет уменьшаться пропорционально $1/\sqrt{N}$, где N – число усреднений результатов измерений.

В таблице 4.7 приведен пример уменьшения уровня шума относительно числа усреднений результатов измерений.

Таблица 4.7

Число усреднений	10	100	1000	10000
Снижение уровня шума, dB	-5	-10	-15	-20

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Изн. № дубл.			
Инв. № подл.	Взамен инв. №			
	Подп. и дата			
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР.411146.041РЭ				Лист
				22

5.2 Распаковывание и повторное упаковывание

5.2.1 Распаковывание прибора.

5.2.1.1 При отгрузке прибора в ящике из гофрированного картона ЯКУР.321160.005 по ГОСТ 9142-2014 распаковывание производится следующим образом:

- вскройте полиэтиленовый чехол, откройте ящик из гофрированного картона и извлеките из него ведомость упаковки, эксплуатационную документацию и уплотнительный поролон;

- извлеките из ящика прибор, комплект кабелей, делитель мощности, плавкие вставки в полиэтиленовых чехлах;

- извлеките из полиэтиленовых чехлов прибор, комплект кабелей, делитель мощности, плавкие вставки и эксплуатационную документацию;

- произведите внешний осмотр комплекта поставки прибора в соответствии с п.5.2.2 настоящего Руководства по эксплуатации.

Чертёж упаковки с ящиком из гофрированного картона представлен на рисунке 5.1.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв.№	Инва. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

Лист
24

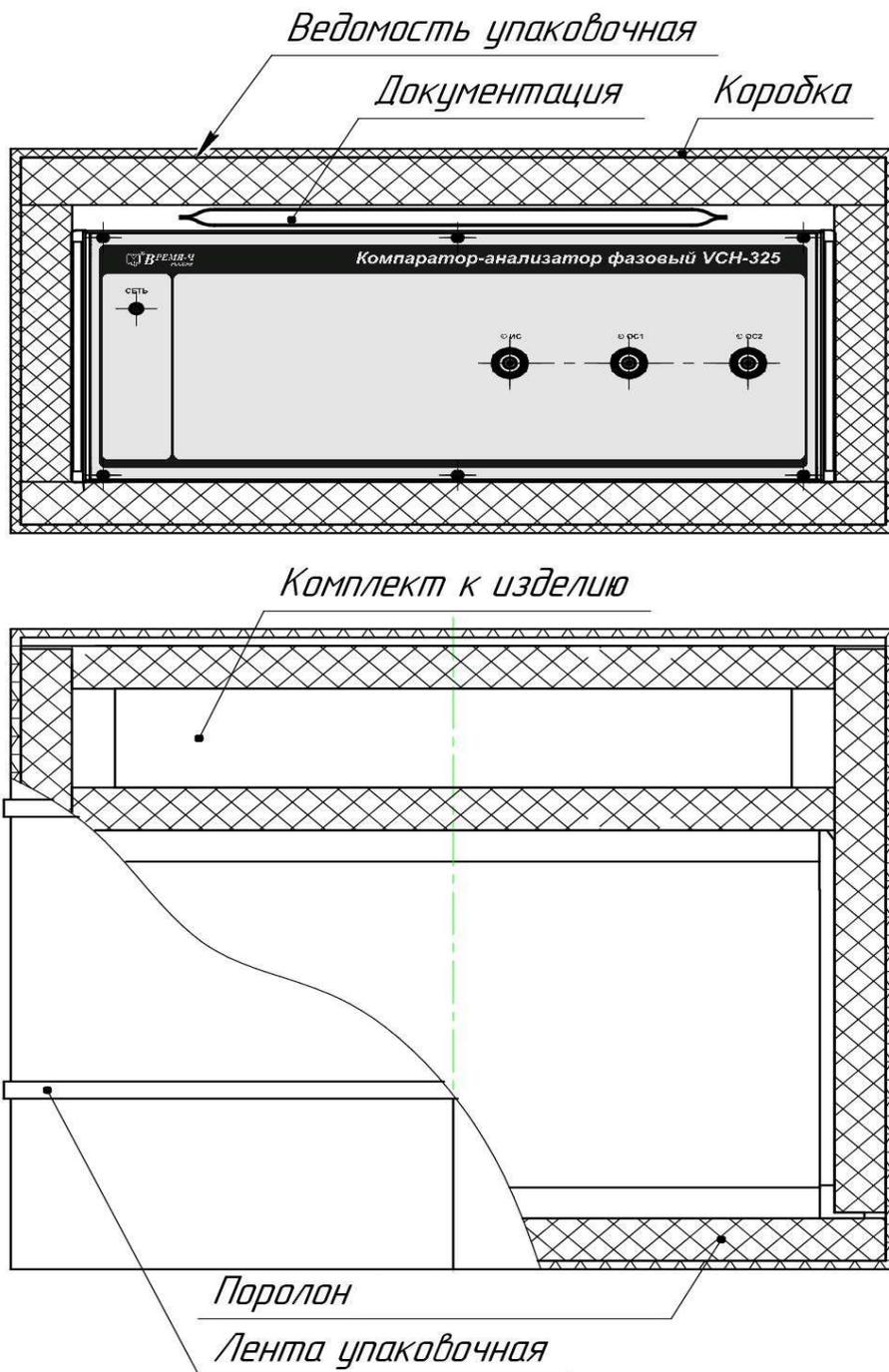


Рисунок 5.1 – Упаковка прибора в ящике из гофрированного картона ЯКУР.321160.005

5.2.1.2 При отгрузке прибора в укладочно-транспортном ящике ЯКУР.323361.034 распаковывание производится следующим образом:

- откройте верхнюю крышку укладочно-транспортного ящика ЯКУР.323361.034, выньте ведомость упаковки;
- выньте коробку, содержащую внутри комплект кабелей, делитель мощности, плавкие вставки;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

- выньте ящик из гофрированного картона в полиэтиленовом чехле, содержащий внутри прибор и эксплуатационную документацию;
- вскройте полиэтиленовый чехол, откройте ящик из гофрированного картона и извлеките из него эксплуатационную документацию и уплотнительный поролон, извлеките из ящика прибор;
- вскройте коробку и извлеките из неё комплект кабелей, делитель мощности в полиэтиленовых чехлах;
- извлеките из полиэтиленовых чехлов прибор, комплект кабелей, делитель мощности, плавкие вставки и эксплуатационную документацию;
- уложите уплотнительный поролон, ящик из гофрированного картона и упаковочные материалы (чехлы полиэтиленовые), коробку из-под комплекта в укладочно-транспортный ящик ЯКУР.323361.034;
- произведите внешний осмотр комплекта поставки прибора в соответствии с п.5.2.2 настоящего Руководства по эксплуатации.

Чертёж упаковки с укладочно-транспортным ящиком ЯКУР.323361.034 представлен на рисунке 5.2.

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						26

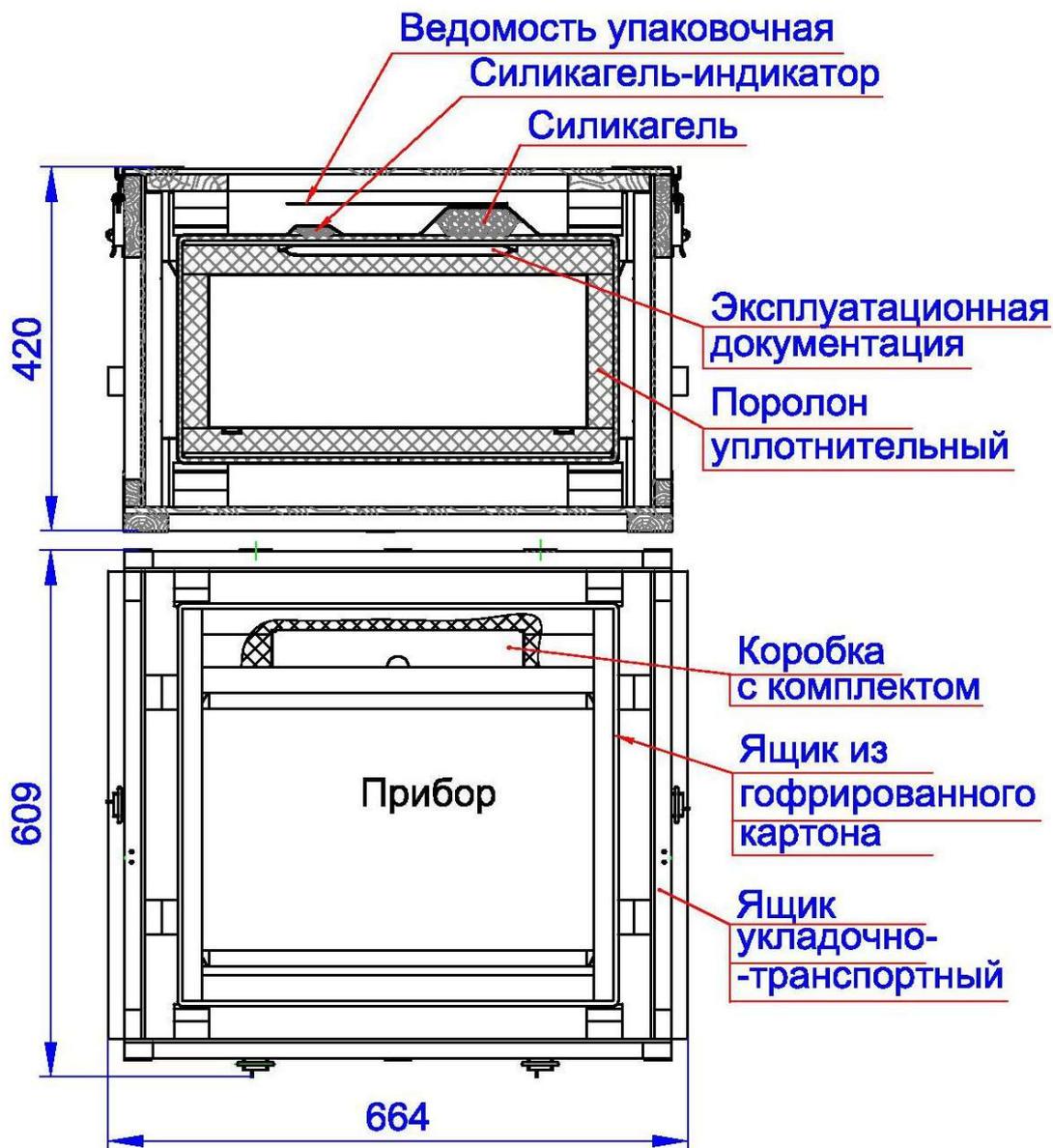


Рисунок 5.2 – Упаковка прибора в укладочно-транспортный ящик ЯКУР.323361.034

5.2.2 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность в соответствии с разделом «Комплектность» формуляра ЯКУР.4111146.041ФО или ЯКУР.4111146.041-01ФО (в зависимости от исполнения);
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации,
- наличие вставок плавких;
- чистоту разъёмов и клемм;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

- состояние соединительных кабелей, делителя мощности;
- состояние силикагеля-индикатора ГОСТ 8984-75.

5.2.3 Повторное упаковывание.

5.2.3.1 При упаковывании (повторном упаковывании) в ящик из гофрированного картона по ГОСТ 9142-2014 прибор поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82. Клапан чехла заклеить липкой лентой.

Вставки плавкие и делитель мощности уложить в пакеты, кабели из комплекта скрутить в бухты, зафиксировать в двух местах проволокой и уложить в пакеты. Пакеты со вставками плавкими, делителем мощности и кабелями поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82 и заклеить липкой лентой.

На дно ящика из гофрированного картона положить кусок поролона. Прибор в чехле и пакеты со вставками плавкими, делителем мощности и кабелями в чехле, уложить в ящик из гофрированного картона и уплотнить с боков поролоном. Внутрь ящика из гофрированного картона равномерно уложить мешочки с силикагелем и силикагелем-индикатором. Сверху прибор закрыть поролоном.

Эксплуатационные документы поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82, заварить и уложить сверху на поролон.

Ведомость упаковки поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82, заварить и уложить сверху на поролон поверх эксплуатационных документов.

Ящик из гофрированного картона закрыть, заклеить липкой лентой.

Проверить наличие и, при необходимости, наклеить на двух смежных боковых поверхностях ящика из гофрированного картона надписи в соответствии с ГОСТ 14192-96 и манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх».

5.2.3.2 При упаковывании (повторном упаковывании) в укладочно-транспортный ящик ЯКУР.323361.034 прибор поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82. Клапан чехла заклеить клейкой лентой.

Вставки плавкие и делитель мощности уложить в пакетики, кабели из комплекта скрутить в бухты, зафиксировать в двух местах проволокой и уложить в пакеты. Пакеты со вставками плавкими, делителем мощности и кабелями поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82 и заклеить липкой лентой.

Чехол из полиэтилена, содержащий пакеты со вставками плавкими, делителями мощности и кабелями, поместить в ящик из гофрированного картона, ящик заклеить липкой лентой.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист 28

Разместить на дно ящика из гофрированного картона лист поролона. Прибор в чехле уложить в ящик из гофрированного картона и уплотнить с боков поролоном. Сверху прибор закрыть поролоном.

Эксплуатационные документы поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82, заварить и уложить сверху на поролон.

Ящик из гофрированного картона закрыть, заклеить липкой лентой.

На крышку ящика из гофрированного картона равномерно уложить и закрепить липкой лентой мешочки с силикагелем и силикагелем-индикатором.

Ящик из гофрированного картона с мешочками силикагеля поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82. Чехол заварить.

Ведомость упаковки поместить в чехол из полиэтилена ГОСТ 10354-82, заварить, уложить на упакованный прибор и закрепить липкой лентой.

Ящик из гофрированного картона уложить в ящик укладочно-транспортный ЯКУР.323361.034.

Коробку, содержащую пакеты со вставками плавкими, делителями мощности и кабелями уложить в ящик укладочно-транспортный ЯКУР.323361.034 рядом с ящиком из гофрированного картона с прибором.

Ящик укладочно-транспортный закрыть и опломбировать.

Проверить наличие и, при необходимости, нанести на двух смежных боковых поверхностях ящика укладочно-транспортного надписи в соответствии с ГОСТ 14192-96 и манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх».

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Взамен инв. №						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ		Лист
							29

5.3 Порядок установки

5.3.1 Меры безопасности.

При работе с прибором следует соблюдать меры безопасности, изложенные в разделе 3 настоящего Руководства по эксплуатации.

5.3.2 Правила осмотра прибора.

5.3.2.1 Проведите распаковывание прибора в соответствии с п.5.2 настоящего Руководства по эксплуатации.

5.3.2.2 Проверьте комплектность прибора согласно разделу «Комплектность» формуляра ЯКУР.411146.041ФО на прибор или ЯКУР.411146.041-01ФО на прибор со встроенными опорными генераторами.

5.3.2.3 Проведите внешний осмотр прибора в соответствии с п.5.2.2 настоящего Руководства по эксплуатации.

5.3.3 Требования к месту установки прибора

5.3.3.1 Место для установки прибора должно быть выбрано с учетом габаритов прибора 184×449×337 мм и свободной конвекции воздуха через вентиляционные отверстия его корпуса, а также с учетом требований п.5.1.1 настоящего Руководства по эксплуатации.

5.4 Подготовка к работе

5.4.1 Проведите внешний осмотр прибора, как это указано в п.5.2.2 настоящего Руководства по эксплуатации.

5.4.2 К рабочему месту должна быть подведена сеть переменного тока с номинальным напряжением 220 В, 50 Гц.

5.4.3 При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе прибора не должны закрываться посторонними предметами.

5.4.4 До включения прибора ознакомьтесь с разделом 3 настоящего Руководства.

5.4.5 Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6 Порядок работы

6.1 Расположение органов управления и подключения прибора

6.1.1 Органы управления и присоединительные разъемы прибора со встроенными опорными генераторами показаны на рисунке 6.1. Описание органов управления и присоединительных разъемов прибора со встроенными опорными генераторами приведено в таблице 6.1.

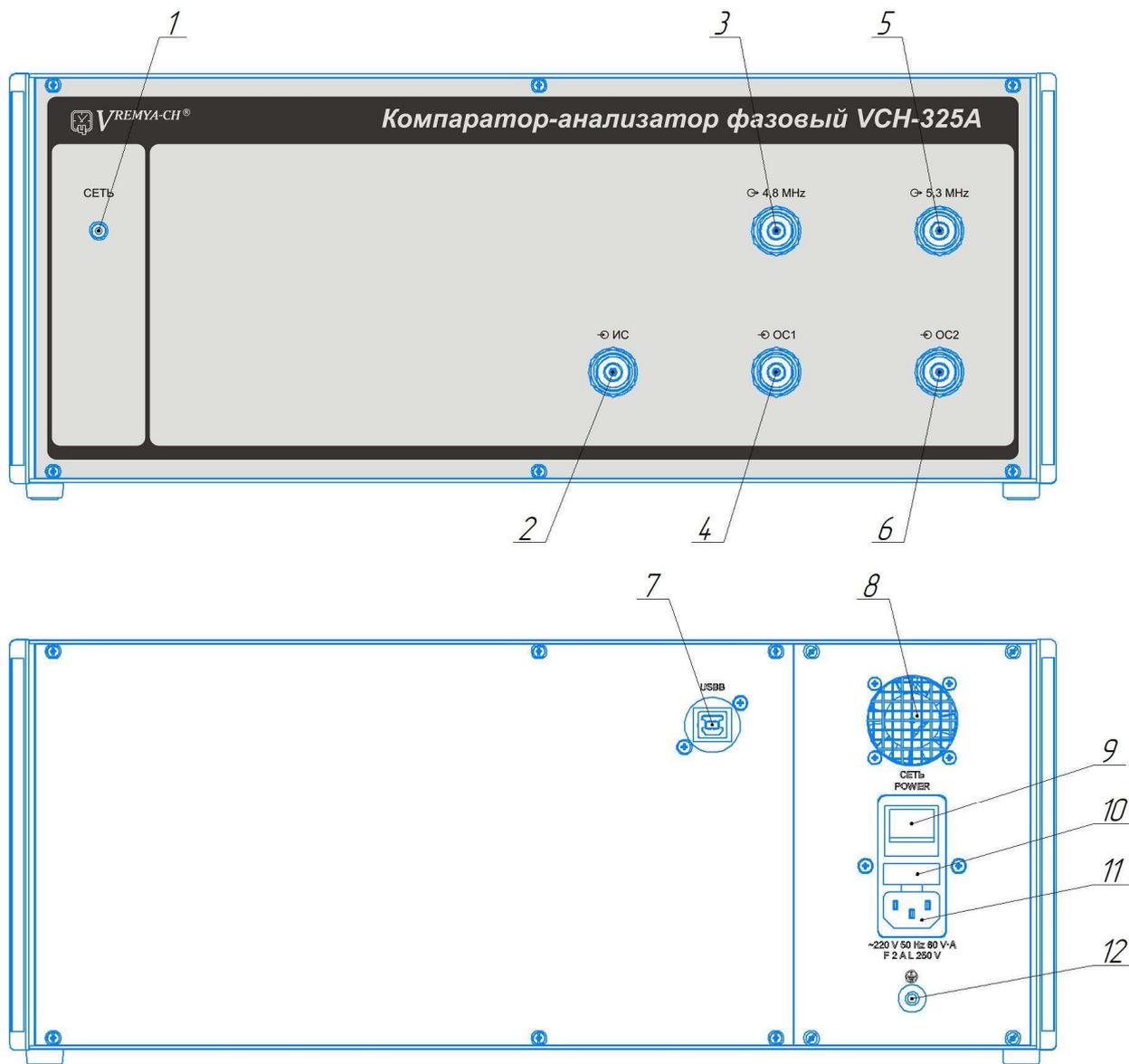


Рисунок 6.1 – Расположение органов управления и присоединительных разъемов компаратора-анализатора фазового со встроенными опорными генераторами VCH-325A

Интв. № подкл.	Подп. и дата
Взамен интв. №	Интв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Таблица 6.1

Номер (рисунок 6.1)	Название	Назначение
1	СЕТЬ	Индикатор наличия напряжения питающей сети переменного тока
2	⊖ ИС	Вход исследуемого сигнала
3	⊕ 4,8 MHz	Выход опорного генератора 4,8 MHz
4	⊖ OC1	Вход опорного сигнала 1
5	⊕ 5,3 MHz	Выход опорного генератора 5,3 MHz
6	⊖ OC2	Вход опорного сигнала 2
7	USB	Разъем для соединения с внешним компьютером
8		Защитная сетка вентилятора охлаждения
9	220 V 50 Hz 60 V·A	Тумблер включения питающей сети переменного тока напряжением 220 В
10		Держатели предохранителей (встроены в фильтр питающей сети переменного тока)
11		Разъем подключения питающей сети переменного тока напряжением 220 В
12	⊕	Клемма защитного заземления

Интв. № подкл.	Подп. и дата
Взамен интв. №	Интв. № дубл.
Подп. и дата	

6.1.2 Органы управления и соединительные разъемы прибора показаны на рисунке 6.2. Описание органов управления и соединительных разъемов прибора приведено в таблице 6.2.

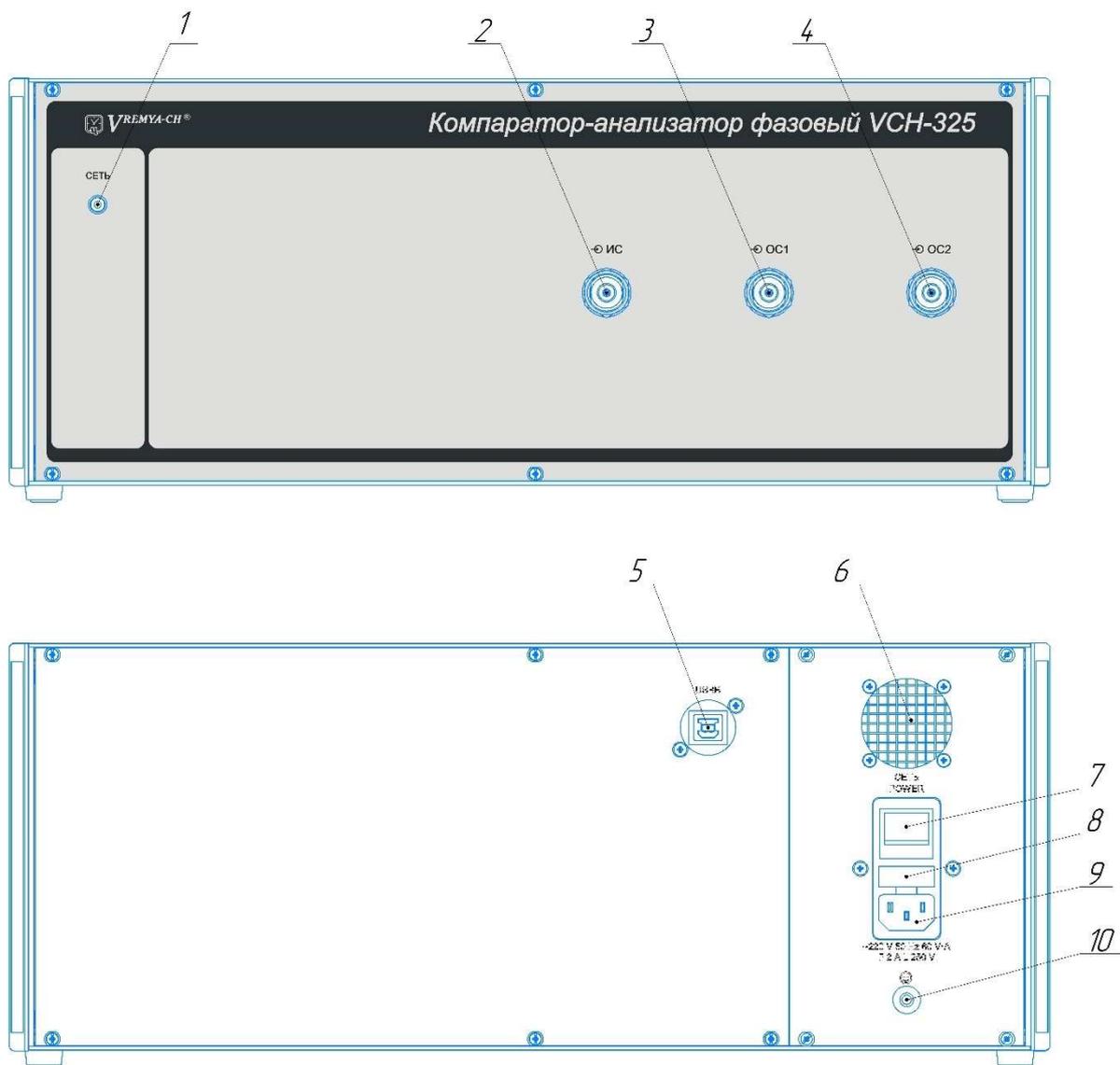


Рисунок 6.2 – Расположение органов управления и соединительных разъемов компаратора-анализатора фазового VCH-325

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взамен инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Таблица 6.2

Номер (рисунок 6.2)	Название	Назначение
1	СЕТЬ	Индикатор наличия напряжения питающей сети переменного тока
2	⊖ ИС	Вход исследуемого сигнала
3	⊖ ОС1	Вход опорного сигнала 1
4	⊖ ОС2	Вход опорного сигнала 2
5	USB	Разъем для соединения с внешним компьютером
6		Защитная сетка вентилятора охлаждения
7	220 V 50 Hz 60 V·A	Тумблер включения питающей сети переменного тока напряжением 220 В
8		Держатели предохранителей (встроены в фильтр питающей сети переменного тока)
9		Разъем подключения питающей сети переменного тока напряжением 220 В
10	⊕	Клемма защитного заземления

Инва. № подкл.	Подп. и дата
Взамен инв. №	Инва. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						35

6.2 Подготовка к проведению измерений

6.2.1 Перед началом работы внимательно прочитайте настоящее Руководство по эксплуатации прибора (прибора со встроенными опорными генераторами), изучите расположение органов управления и подключения (рисунки 6.1 и 6.2) их назначение (таблицы 6.1 и 6.2).

6.2.2 Перед началом работы обеспечьте надежное заземление прибора (прибора со встроенными опорными генераторами). Защитное заземление осуществляется через защитный провод сетевого кабеля и заземляющий контакт вилки сетевого шнура или через зажим защитного заземления. Присоедините заземляющий провод к клемме заземления раньше других соединений. Крепления заземляющей клеммы «⊕» и проводников должны быть надежно зафиксированы.

6.2.3 Установите на компьютер необходимое программное обеспечение следуя указаниям п.5.5 настоящего Руководства по эксплуатации.

6.2.4 Подключите компьютер к прибору (прибора со встроенными опорными генераторами), соединив разъем **USB** прибора с одним из USB-портов компьютера при помощи интерфейсного кабеля USB.

6.2.5 Подключите питание прибора (прибора со встроенными опорными генераторами) от сети переменного тока напряжением 220 В 50 Гц подключив кабель SCZ-1 (из комплекта поставки прибора) к разъему «**220 V 50 Hz 60 V·A**» прибора.

6.2.5 Включите питание прибора (прибора со встроенными опорными генераторами) от сети переменного тока, переведя тумблер «**220 V 50 Hz 60 V·A**» прибора в положение **I** (включено).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
											36

6.4 Перечень режимов работы прибора и погрешность измерений

6.4.1 Режим «2 входа».

В этом случае один из синусоидальных входных сигналов подключается к разъему «**ИС**» прибора, а к разъему «**ОС1**» подключается другой сигнал (см. рисунок 6.3).

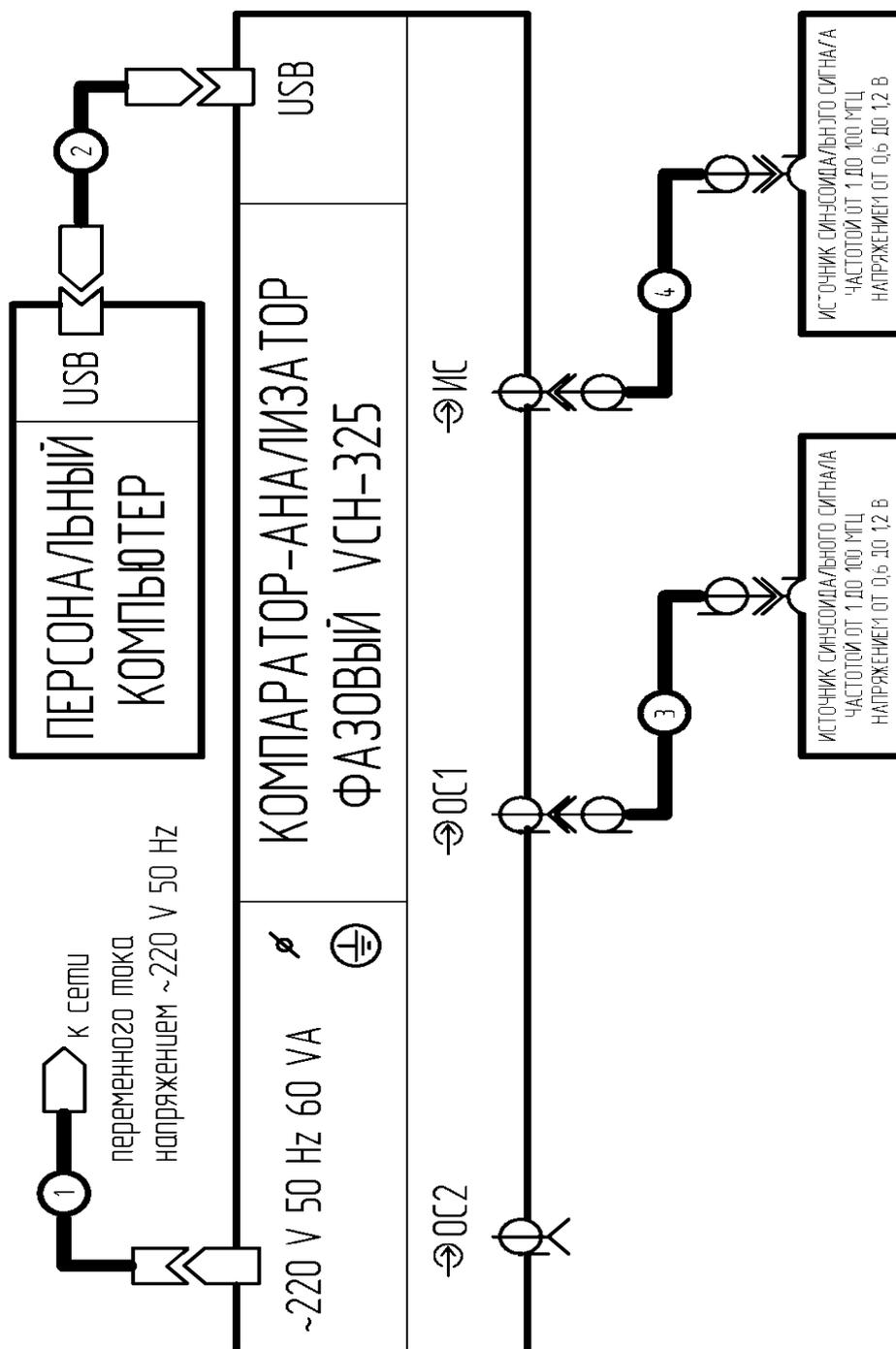


Рисунок 6.3 – Схема подключения прибора для проведения измерений в режиме «2 входа»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Кабели, используемые в измерительной схеме согласно рисункам 6.3 и 6.4, указаны в таблице 6.3

Таблица 6.3

Номер кабеля	Наименование, обозначение	Примечание
1	Кабель сетевой SCZ-1	Входит в комплектность прибора
2	Кабель интерфейсный USB 2.0 AM/BM-1,8M	Входит в комплектность прибора
3, 4, 5	Кабель соединительный ВЧ	Кабель коаксиальный. Волновое сопротивление – 50 Ом. Тип разъема – N, вилка.

Исследуемый сигнал (ИС), подключаемый к разъему «**⊖ ИС**», внутри прибора параллельно подключается ко входам двух идентичных измерительных каналов. Сигнал, подключаемый к разъему «**⊖ ОС1**», внутри прибора параллельно подключается к другим входам этих же двух идентичных измерительных каналов (см. рисунок 4.1, сигналы Fис и Fос1). В результате производится одновременное измерение одной и той же величины (суммарная нестабильность частот или суммарная СПМ сигналов, поданных на входы ИС и ОС1) на двух каналах прибора, за счет кросскорреляционной обработки, снижается погрешность измерения, вносимая измерительными каналами (см. основную погрешность измерения прибора, п.4.2.10 – таблицу 4.2).

В Приложении А (п.А.2) показан пример измеряемых в этом режиме функций и их математических ожиданий.

6.4.2 Режим «3 входа».

В этом случае в измерениях в паре каналов участвуют три синусоидальных входных сигнала (см. рисунок 6.4). Исследуемый сигнал (ИС), подключаемый к разъему «**⊖ ИС**», внутри прибора параллельно подключается ко входам двух идентичных измерительных каналов. Опорный сигнал 1 (ОС1) подключен ко входу одного измерительного канала и опорный сигнал 2 (ОС2) подключен ко входу другого измерительного канала.

Кабели, используемые в измерительной схеме согласно рисунку 6.4, указаны в таблице 6.3

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

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

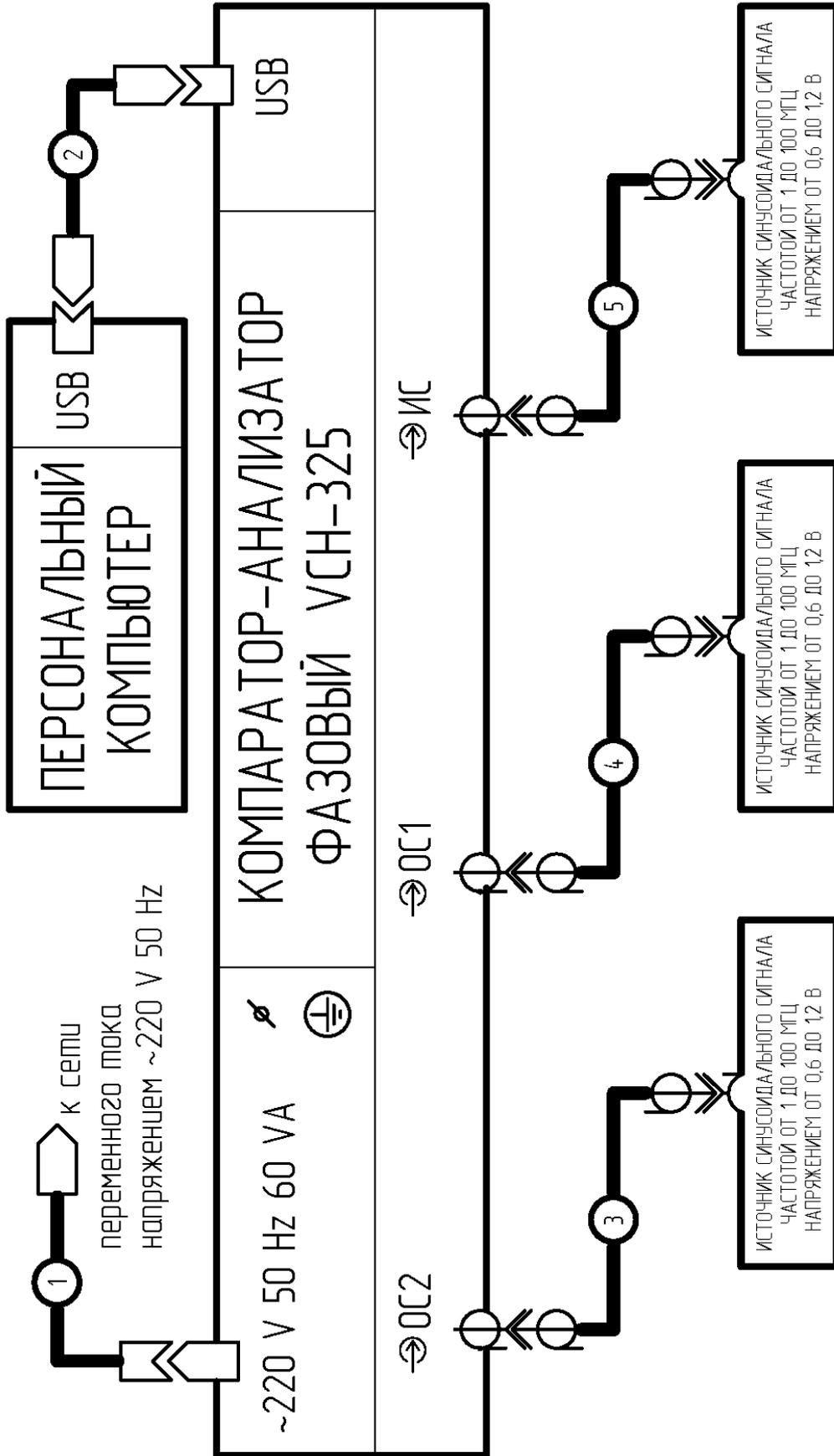


Рисунок 6.4 – Схема подключения прибора для проведения измерений в режиме «3 входа»

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

В части измерения характеристик нестабильности частоты преимуществом этого режима является то, что после окончания измерений получаются оценки разности и нестабильности частоты всех трех парных комбинаций сигналов (для пары сигналов поданных на входы ИС и ОС1 и для пары сигналов поданных на входы ИС и ОС2), и кроме того, за счет кросскорреляционной обработки получают расчетные оценки нестабильности частоты каждого сигнала в отдельности. При этом для сигнала, поданного на вход ИС нет систематической погрешности, а для сигналов, поданных на входы ОС1 и ОС2, в систематическую погрешность входят нестабильности частоты соответствующего измерительного канала (см. основную погрешность измерения прибора в части нестабильности частоты, п.4.2.10, таблица 4.2). В Приложении А (п.А.3) показан пример измеряемых в этом режиме функций и их математических ожиданий.

В части измерения спектральных характеристик преимуществом этого режима является то, что после окончания измерений получаются оценки (графики) СПМ фазовых шумов для пары сигналов поданных на входы ИС и ОС1 и для пары сигналов поданных на входы ИС и ОС2, а также СПМ для исследуемого сигнала ИС, вычисленная кросскорреляционным методом (см. основную погрешность измерения прибора в части фазовых шумов, п.4.2.12, таблица 4.3).

6.4.4 Режим измерений СКДО частоты сигнала и СПМ фазового шума, вносимых прибором.

Этот режим соответствует методике, когда для обоих измерительных каналов в измерениях участвует один и тот же сигнал, подключаемый к разъемам « \ominus ИС», « \ominus ОС1» и « \ominus ОС2» прибора, смотри рисунок 6.5.

После окончания измерений получаются оценки нестабильности частоты и СПМ, вносимые каждым из измерительных каналов, и кроме того, корреляционные оценки нестабильности частоты и СПМ двух каналов.

В Приложении А (п.А.4) показан пример измеряемых в этом режиме функций и их математических ожиданий.

Таким образом, данный режим измерений позволяет определить основную погрешность измерений прибора в части нестабильности частоты – нестабильность частоты, вносимая прибором, СКДО (смотри п.4.2.10 настоящего Руководства по эксплуатации) и в части фазовых шумов – уровень собственных фазовых шумов, СПМ (смотри п.4.2.12 настоящего Руководства по эксплуатации).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						41

Кабели, используемые в измерительной схеме согласно рисунку 6.5, указаны в таблице

6.4.

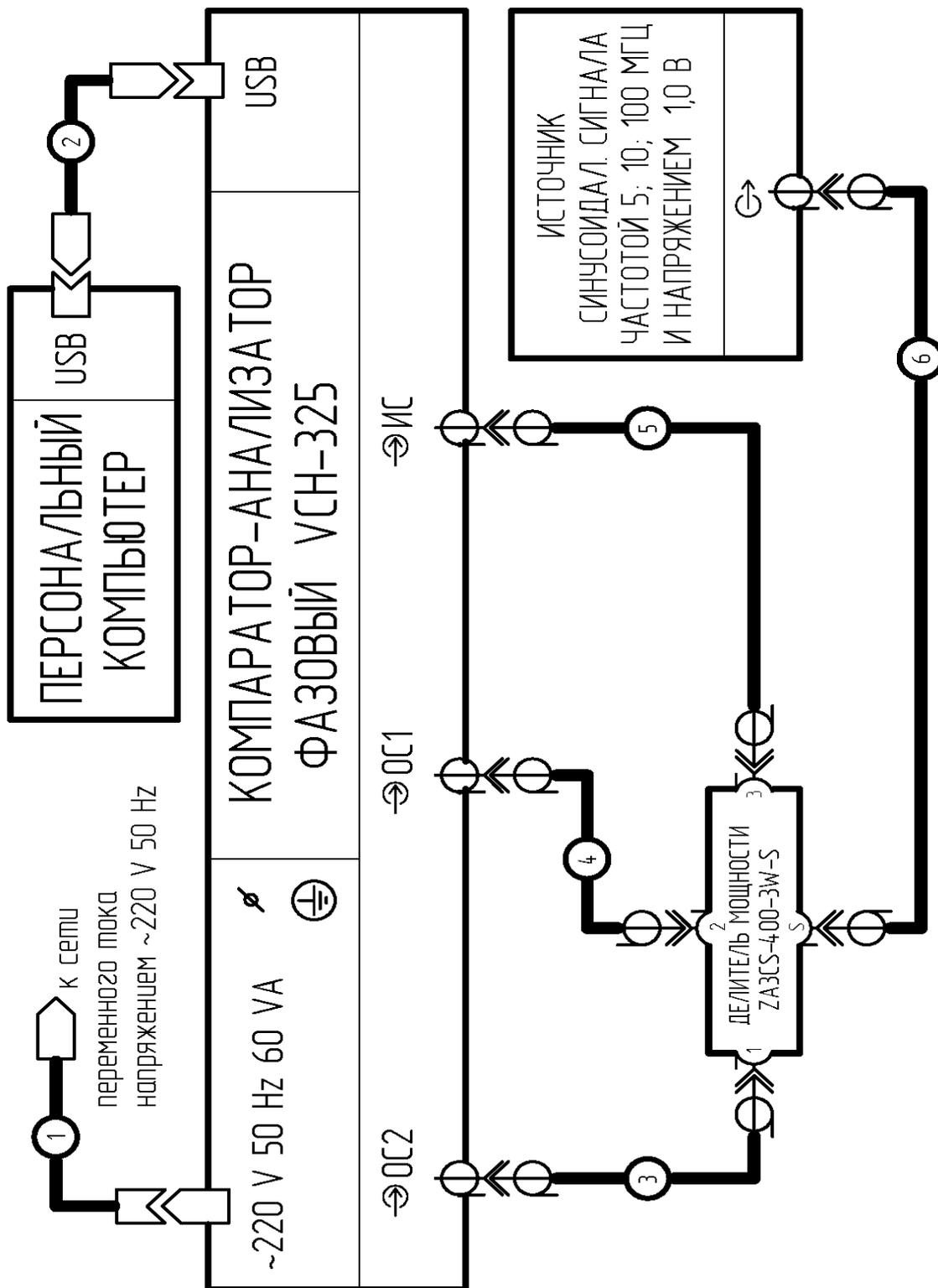


Рисунок 6.5 – Схема подключения прибора в режиме измерений нестабильности частоты и СПМ, вносимых измерительными каналами

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 6.4

Номер кабеля	Наименование, обозначение	Примечание
1	Кабель сетевой SCZ-1	Входит в комплектность прибора
2	Кабель интерфейсный USB 2.0 AM/BM-1,8М	Входит в комплектность прибора
3, 4, 5	Кабель соединительный ВЧ ЯКУР.685661.033	Входит в комплектность прибора
6	Кабель соединительный ВЧ ЯКУР.685661.054	Входит в комплектность прибора

6.4.5 Измерения относительно встроенных опорных генераторов компаратором-анализатором фазовым VCN-325A.

6.4.5.1 Измерения относительно встроенных опорных генераторов проводятся в соответствии со схемой подключения рисунок 6.6. Причем, на вход « \ominus OC1» и вход « \ominus OC2» подаются сигналы с выходов « \oplus 4,8 MHz» и « \oplus 5,3 MHz» передней панели прибора со встроенными опорными генераторами кабелями соединительными ВЧ ЯКУР.685661.046, входящими в комплект поставки прибора с встроенными опорными генераторами. На вход « \ominus ИС» прибора со встроенными опорными генераторами подается исследуемый сигнал.

Кабели, используемые в измерительной схеме согласно рисунку 6.6, указаны в таблице 6.5

После окончания измерений получают оценки нестабильности частоты и СПМ сигнала, поданного на вход « \ominus ИС» прибора со встроенными опорными генераторами .

В Приложении А (п.А.2) показан пример измеряемых в этом режиме функций и их математических ожиданий.

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

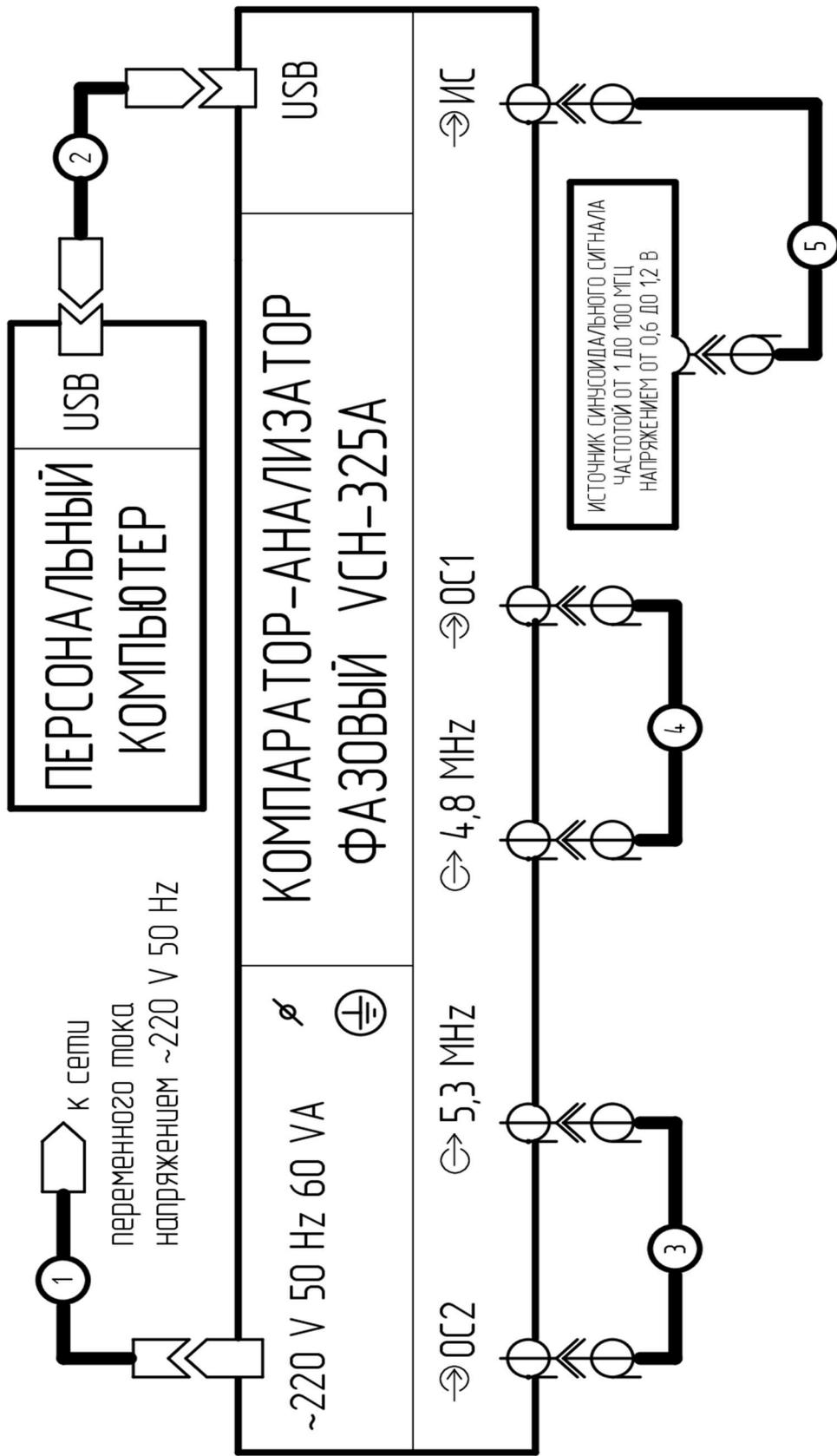


Рисунок 6.6 – Схема подключения прибора в режиме измерений относительно встроенных опорных генераторов

Таблица 6.5

Номер кабеля	Наименование, обозначение	Примечание
1	Кабель сетевой SCZ-1	Входит в комплектность прибора
2	Кабель интерфейсный USB 2.0 AM/BM-1,8М	Входит в комплектность прибора
3, 4	Кабель соединительный ВЧ ЯКУР.685661.046	Входит в комплектность прибора
5	Кабель соединительный ВЧ ЯКУР.685661.033	Входит в комплектность прибора
6	Кабель соединительный ВЧ ЯКУР.685661.054	Входит в комплектность прибора

6.4.6 Составляющие погрешности измерений.

6.4.6.1 Основная погрешность в части нестабильности частоты, вносимой за счет флуктуаций частоты, в схеме преобразования сигналов. По отношению к оценке измеряемой разности частот это приводит к случайной погрешности с нулевым средним (оценка является несмещенной), а по отношению к оценке нестабильности частоты это дает смещение результата в сторону больших значений. В качестве оценки этой погрешности выбрано СКДО. Эта величина измеряется, когда на все три входа прибора подается один и тот же сигнал (разность частот равна нулю) и вычисляется функция СКДО. Допустимые значения её приведены в разделе 4.2.10 настоящего Руководства по эксплуатации.

6.4.6.2 Основная погрешность измерения в части фазовых шумов проявляется в виде собственных фазовых шумов. По отношению к оценке спектральной плотности мощности фазовых шумов это дает смещение результата в сторону больших значений. В качестве оценки этой погрешности выбран уровень собственных фазовых шумов – СПМ. Эта величина измеряется, когда на все три входа прибора подается один и тот же сигнал (разность частот равна нулю) и вычисляется функция СПМ. Допустимые значения её приведены в разделе 4.2.12 настоящего Руководства по эксплуатации.

6.4.6.3 Дополнительная погрешность за счет паразитной фазовой модуляции при наличии разности частот входных сигналов – Δf . В приборе после преобразования присутствует паразитная модуляция с частотами, кратными разности входных частот – Δf .

При измерении нестабильности характерным признаком такой модуляции частоты является повышенный разброс измеренных значений разности частот и существенное увеличение оценок нестабильности частоты при некоторых значениях интервалов времени измерения – τ .

При измерении фазовых шумов характерным признаком такой модуляции является существенное увеличение оценок СПМ в области разности частот анализируемых сигналов.

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

Для снижения этой составляющей погрешности измерение нестабильности частоты и СПМ следует проводить при минимально возможном значении Δf .

6.4.6.4 Погрешность за счет конечного числа измерений – N. Это касается только нестабильности частоты. Оценкой этой погрешности является корень квадратный из относительной дисперсии результатов измерения нестабильности при заданном значении N. Ее с достаточной степенью точности можно представить выражением $1/\sqrt{N}$.

6.4.6.5 Дополнительная погрешность за счет изменений температуры окружающей среды. Изменения температуры окружающей среды вызывают дополнительные сдвиги фазы в тракте преобразования сигналов.

Медленный и плавный дрейф температуры окружающей среды приводит к дополнительной погрешности измерения разности и нестабильности частоты для интервалов времени измерения более 100 с. Быстрые, кратковременные изменения температуры окружающей среды могут приводить к дополнительной погрешности измерения нестабильности частот в диапазоне интервалов времени измерения от 1 до 10 с.

При измерении фазовых шумов изменение температуры окружающей среды приводит к увеличению оценки СПМ фазовых шумов в области нижних частот анализа в левой части графика СПМ.

В приборе гарантируются все характеристики при скорости изменения окружающей температуры не более $0,3^\circ \text{C}/\text{час}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата				
	Взамен инв. №					Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ					Лист
										46

8 Техническое обслуживание

8.1 При проведении работ по уходу за прибором необходимо соблюдать меры безопасности, приведенные в разделе 3 настоящего Руководства. При выполнении ТО необходимо соблюдать общие требования безопасности, изложенные в ГОСТ 12.2.007.0-75, и правила противопожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.

8.2 Виды контроля технического состояния и технического обслуживания, а также периодичность и объем работ, выполняемых в процессе их проведения, определяются настоящим Руководством.

8.3 Основным видом контроля технического состояния прибора является контрольный осмотр прибора в процессе эксплуатации.

8.4 Контрольный осмотр проводится лицом, эксплуатирующим прибор, при подготовке прибора к использованию по назначению.

Контрольный осмотр прибора включает:

- внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, надежности крепления органов управления и подключения, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий, исправности кабелей соединительных ВЧ и кабеля питания;
- проверку чистоты разъёмов прибора для подключения входных синусоидальных сигналов, промаркированных « \ominus ИС», « \ominus ОС1», « \ominus ОС2»;
- проверку чистоты разъёмов компаратора-анализатора фазового со встроенными опорными генераторами VCH-325A « \odot 4,8 МГц», « \odot 5,3 МГц»;
- проверку чистоты разъёмов кабелей и делителя мощности, входящих в состав комплекта поставки прибора.
- проверку состояния надписей.

8.5 Техническое обслуживание включает следующие виды:

- ежедневное техническое обслуживание;
- техническое обслуживание №1 (ТО-1);
- техническое обслуживание №2 (ТО-2).

8.6 Ежедневное техническое обслуживание проводится при подготовке прибора к использованию по назначению, совмещается с контрольным осмотром и включает:

- устранение выявленных при контрольном осмотре недостатков;
- удаление пыли и влаги с внешних поверхностей.

Ежедневное техническое обслуживание проводится персоналом, эксплуатирующим прибор, без его вскрытия.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
											48

8.7 Техническое обслуживание №1 проводится до подготовки прибора к использованию и при постановке прибора на кратковременное хранение.

ТО-1 включает:

- устранение выявленных при контрольном осмотре недостатков;
- удаление пыли и влаги с внешних поверхностей;
- другие операции, указанные в эксплуатационной документации;
- проверку состояния и комплектности прибора;
- проверку правильности ведения эксплуатационной документации;
- устранение выявленных в процессе ТО-1 недостатков.

Техническое обслуживание ТО-1 проводится лицом, эксплуатирующим прибор, без его вскрытия.

8.8 Техническое обслуживание №2 проводится с периодичностью поверки прибора и совмещается с ней, а также при постановке на длительное (более двух лет) хранение и включает:

- операции ТО-1;
- проверку для обеспечения требуемых метрологических характеристик;
- консервацию прибора (выполняется при постановке прибора на длительное хранение).

Техническое обслуживание №2 проводится лицом, эксплуатирующим прибор, за исключением поверки, которая выполняется силами и средствами метрологических служб.

8.9 Перед началом выполнения различных видов ТО следует подготовить эксплуатационную документацию и получить для проведения операции очистки разъемов спирт этиловый ректификованный технический и ткань хлопчатобумажную отбеленную.

Нормы расхода материалов на техническое обслуживание прибора в расчете на 1 год составляют:

- спирт этиловый технический гидролизный ГОСТ Р 55878-2013 – 200 г;
- ткань хлопчатобумажная отбеленная ГОСТ 29298-2005 – 0,3 м².

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Изн. № дубл.			
Взамен инв. №	Подп. и дата			
	Изн. № дубл.			
ЯКУР.411146.041РЭ				
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				Лист
				49

9 Ремонт

9.1 При несоответствии прибора техническим данным или по другим причинам, вызывающим невозможность его дальнейшей эксплуатации, прибор подлежит ремонту.

9.2 Ремонт прибора и его составных частей требует сложного специального оборудования и поэтому может производиться только силами организации-изготовителя.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

	Лист
	50

10 Транспортирование и хранение

10.1 Прибор допускает транспортирование в закрытых транспортных средствах любого вида в упаковке при предельных условиях транспортирования для электронных измерительных приборов, относящихся к группе 3 по ГОСТ 22261-94.

10.2 Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха 95 % при температуре плюс 25 °С.

10.3 При транспортировании самолетом прибор должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.

10.4 После пребывания в предельных условиях время выдержки в нормальных (рабочих) условиях не менее 24 часов. В случае пребывания прибора в условиях отрицательных температур, для предотвращения образования конденсата внутри прибора, прибор следует выдержать в теплом помещении, не нарушая целостности упаковки, не менее 24 ч.

10.5 При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли.

10.6 Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки прибора, не должны иметь следов цемента, угля, химикатов и др.

10.7 Условия хранения приборов должны соответствовать условиям, предусмотренным ГОСТ 22261-94 для электронных измерительных приборов.

10.8 Прибор до введения в эксплуатацию следует хранить на складе в упаковке организации-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 °С до плюс 40 °С и относительной влажности окружающего воздуха до 80 % при температуре плюс 35 °С.

10.9 Хранить прибор без упаковки следует при температуре окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 35 °С и относительной влажности окружающего воздуха до 80 % при температуре плюс 25 °С.

10.10 При установке прибора на хранение производится повторное упаковывание прибора. Операции повторного упаковывания указаны в п.5.2.3 настоящего Руководства по эксплуатации.

10.11 При поступлении прибора на хранение (снятии прибора с хранения) необходимо сделать отметку в формуляре о дате установки прибора на хранение (снятии с хранения) в разделе «Хранение».

Инв. № подл.					Подп. и дата	
					Инв. № дубл.	
					Взамен инв. №	
					Подп. и дата	
					Инв. № подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						51

11 Тара и упаковка

11.1 Упаковка прибора соответствует ГОСТ 22261-94, ОСТ 45.070.011-90, ГОСТ 9142-90 и конструкторской документации ЯКУР.411915.086.

11.2 Временная противокоррозионная защита соответствует ГОСТ 9.014-78. Вариант противокоррозионной защиты ВЗ-10.

11.3 Упаковка прибора в укладочно-транспортный ящик ЯКУР.323361.034 производится по согласованию с потребителем. Чертёж упаковки представлен на рисунке 5.2. Упаковка прибора в ящик из гофрированного картона ЯКУР.321160.005 производится по согласованию с потребителем. Чертёж упаковки представлен на рисунке 5.1.

11.4 При легких и средних условиях транспортирования, в чистых, сухих, крытых железнодорожных вагонах, автомашинах, герметизированных помещениях самолетов допускается транспортировка прибора в ящике из гофрированного картона по ГОСТ 9142-90. Чертёж упаковки представлен на рисунке 5.1.

11.5 Техническая и товаросопроводительная документация вкладывается в чехлы из плёнки полиэтиленовой по ГОСТ 10354-82.

11.6 Маркировка упаковки производится в соответствии с требованиями ГОСТ 14192-96, ГОСТ 22261-94 и конструкторской документации ЯКУР.411915.086.

На двух смежных боковых поверхностях ящика наносятся манипуляционные знаки «Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх».

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Взамен инв. №						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ		Лист
							53

12 Маркирование и пломбирование

12.1 Наименование и условное обозначение прибора, товарный знак организации нанесены на переднюю панель.

12.1 Заводской номер прибора и год изготовления нанесены на задней панели в левом верхнем углу.

12.3 Прибор, принятый ОТК, пломбируется мастичными пломбами, которые устанавливаются:

- на чашке одного из винтов, крепящих переднюю панель;
- на чашке одного из винтов, крепящих заднюю панель;
- на чашке одного из винтов, крепящих панель модуля питания.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР.411146.041РЭ

	Лист
	54

Приложение А

(справочное)

Примеры расчетных функций различных режимов работы прибора

А.1 Обозначения и сокращения

А.1.1 В настоящем Приложении показаны примеры измеряемых функций и их математических ожиданий для режимов работы прибора (прибора со встроенными опорными генераторами) указанных в подразделе 6.4.

Для упрощения написания вычисляемых функций в пп.А.1, А2 приняты следующие условные обозначения входных синусоидальных сигналов прибора:

- сигнал, подключаемый на вход ИС (разъем с маркировкой « \ominus ИС») обозначается как X ;
- сигнал, подключаемый на вход ОС1 (разъем с маркировкой « \ominus ОС1») обозначается как Y_1 .
- сигнал, подключаемый на вход ОС2 (разъем с маркировкой « \ominus ОС2») обозначается как Y_2 .

А.1.2 Для упрощения написания вычисляемых функций в таблицах приложения А приняты следующие сокращения:

1) СОРЧ – средняя относительная разность частот

СОРЧ $\{XY_1\}$, СОРЧ $\{XY_2\}$, СОРЧ $\{Y_1Y_2\}$ – это СОРЧ для соответствующих пар сигналов X , Y_1 , Y_2 ;

2) СКДО – среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение результата измерений частоты

- СКДО $\{XY_1\}$, СКДО $\{XY_2\}$, СКДО $\{Y_1Y_2\}$ – это СКДО для соответствующих пар сигналов X , Y_1 , Y_2 .

- СКДО $\{X\}$, СКДО $\{Y_1\}$, СКДО $\{Y_2\}$ – это СКДО для соответствующих отдельных сигналов X , Y_1 , Y_2 .

А.1.3 Для упрощения написания в таблицах текста Приложения А приняты следующие обозначения:

1) $y_x^N, y_{y_1}^N, y_{y_2}^N$ – усредненное на всем интервале времени наблюдения ($N \cdot \tau$), относительное отклонение частоты сигналов X , Y_1 , Y_2 от номинальной частоты;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
											56

2) y_{c1}^N, y_{c2}^N – относительное отклонение средней разности частот, вносимое измерительным каналом КАНАЛ 1, КАНАЛ 2;

3) $\sigma_x, \sigma_{y1}, \sigma_{y2}, \sigma_{c1}, \sigma_{c2}$ – СКДО сигналов X, Y₁, Y₂ и измерительных каналов КАНАЛ 1, КАНАЛ 2 соответственно.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Взамен инв. №						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ		Лист
							57

А.2 Режим измерения «2 входа»

Расчетные функции и их математические ожидания приведены в таблице А.1.

Для упрощения написания вычисляемых функций в таблице А.1 приняты следующие условные обозначения входных синусоидальных сигналов прибора:

- сигнал, подключаемый на вход ИС (разъем с маркировкой «**⊖ ИС**») обозначается как X ;
- сигнал, подключаемый на вход ОС1 (разъем с маркировкой «**⊖ ОС1**») обозначается как Y_1 .

Таблица А.1 – Расчетные функции для двухканальных измерений в режиме «2 входа»

Поз. номер	Вычисляемая функция	Математическое ожидание	Примечания
1	СОРЧ $\{XY_1\}$	$y_x^N - y_{y1}^N + y_{c1}^N$	Измерено посредством КАНАЛ 1
2	СОРЧ $\{XY_1\}$	$y_x^N - y_{y1}^N + y_{c2}^N$	Измерено посредством КАНАЛ 2
3	СКДО $\{XY_1\}$	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_{y1}^2 + \sigma_{c1}^2}$	Измерено посредством КАНАЛ 1
4	СКДО $\{XY_1\}$	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_{y1}^2 + \sigma_{c2}^2}$	Измерено посредством КАНАЛ 2
5	СКДО $\{XY_1\}$	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_{y1}^2}$	Расчет кросс-корреляционным методом между измерениями КАНАЛ 1 и КАНАЛ 2
6	СКДО $\{XY_1 - XY_1\}$	$\sqrt{\sigma_{c1}^2 + \sigma_{c2}^2}$	Суммарная нестабильность КАНАЛ 1 и КАНАЛ 2

Функции с поз. номерами 3 и 4, таблица А.1 это значения СКДО $\{XY_1\}$, непосредственно измеренные прибором и содержащие систематическую погрешность за счет опорного сигнала (сигнал, подключаемый на вход ОС1) и измерительных каналов (КАНАЛ 1 или КАНАЛ 2 соответственно).

Функция с поз. номером 5, таблица А.1 это значение СКДО $\{XY_1\}$, рассчитанное кросс-корреляционным методом и дающее оценку суммарной нестабильности частоты без смещения за счет шумов измерительных каналов.

Одновременно на том же самом интервале времени наблюдения может быть получена оценка нестабильности частоты, вносимой измерительными каналами (функция с поз. номером 6, таблица А.1)

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

Функция с поз. номером 4, таблица А.2 это значение СКДО $\{XY_1\}$, непосредственно измеренное прибором и содержащее систематическую погрешность за счет опорного сигнала (сигнал, подключаемый на вход ОС1) и измерительного канала (КАНАЛ 1) прибора.

Функция с поз. номером 5, таблица А.2 это значение СКДО $\{XY_1\}$, непосредственно измеренное прибором и содержащее систематическую погрешность за счет опорного сигнала (сигнал, подключаемый на вход ОС2) и измерительного канала (КАНАЛ 2) прибора.

Характеристики нестабильности вносимые измерительными каналами КАНАЛ 1, КАНАЛ 2 – $y_{c1}^N, \sigma_{c1}, y_{c2}^N, \sigma_{c2}$ измеряются по той же программе при подаче одного и того же сигнала на все три входа прибора.

Если нас интересует нестабильность частоты сигналов Y_1, Y_2 (поданных на входы ОС1 и ОС2), то первый и третий члены выражений математического ожидания у функции с поз. номерами 4 и 5 таблицы А.2 представляют собой систематическую погрешность измерения (сдвиг) за счет сигнала, подключенного на вход ИС и измерительных каналов (КАНАЛ 1 или КАНАЛ 2 соответственно).

Функции с поз. номерами 7 и 8, таблица А.2 это рассчитанные для отдельных сигналов значения СКДО $\{Y_1\}$, СКДО $\{Y_2\}$, систематическая погрешность которых определяется только нестабильностью, вносимой измерительными каналами прибора (КАНАЛ 1 или КАНАЛ 2 соответственно).

Функция с поз. номером 9, таблица А.2 это рассчитанное для отдельного сигнала значение СКДО $\{X\}$, не имеющее систематической погрешности.

Только сигнал X, подключаемый на вход ИС прибора, может быть измерен без систематической погрешности (функция с поз. номером 9 – СКДО $\{X\}$).

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взамен инв. №					
Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взамен инв. №					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						60

А.4 Режим измерений нестабильности частоты, вносимой измерительными каналами

Расчетные функции и их математические ожидания приведены в таблице А.3.

Для упрощения написания вычисляемых функций в таблице А.3 сигнал, подключаемый на входы ИС, ОС1 и ОС2 прибора обозначается как Y_1 .

Таблица А.3 – Расчетные функции для измерений нестабильности частоты, вносимой измерительными каналами

Поз. номер	Вычисляемая функция	Математическое ожидание	Примечания
1	СОРЧ $\{Y_1 Y_1\}$	0	Измерено КАНАЛ 1
2	СОРЧ $\{Y_1 Y_1\}$	0	Измерено КАНАЛ 2
3	СКДО $\{Y_1 Y_1\}$	$\sqrt{\sigma_{c1}^2}$	Измерено КАНАЛ 1
4	СКДО $\{Y_1 Y_1\}$	$\sqrt{\sigma_{c2}^2}$	Измерено КАНАЛ 2
5	СКДО $\{Y_1 Y_1\}$	0	Расчет кросс-корреляционным методом между измерениями КАНАЛ 1 и КАНАЛ 2

Функция с поз. номером 5 таблицы А.3 это значение СКДО $\{Y_1 Y_1\}$, рассчитанное кросс-корреляционным методом и дающее оценку нестабильности частоты, вносимую измерительными каналами в режиме «3 входа» при измерении сигнала ИС. Это значение соответствует требованиям по основной погрешности измерения в части нестабильности частоты (см. п.4.2.10 настоящего Руководства по эксплуатации).

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

Приложение Б

(справочное)

Пояснение к полосе пропускания измерительных каналов прибора

Спектр сигнала с несущей частотой состоит как из отрицательных, так и из положительных частот. Это иногда приводит к двусмысленности, т.к. иногда говорят только о положительной половине спектра и приводят такое выражение, как

$$B=2W \quad (Б.1)$$

где

B – общая полоса пропускания (т. е. максимальная полоса пропускания радиочастотного сигнала с модуляцией несущей и минимальная полоса пропускания физического канала с полосой пропускания);

W – положительная часть полной полосы пропускания.

Ниже, в тексте настоящего Приложения, представлены пояснения о соответствии полосы пропускания, обозначенной в программе «Компаратор-анализатор фазовый» как «3 Гц», реальной полосе пропускания равной 1,5 Гц.

Обозначение полосы пропускания как «3 Гц» связано со нижеследующими рассуждениями:

В руководствах по эксплуатации компаратора частотного VCH-314 и компаратора фазового многоканального VCH-315 говорится о полной полосе пропускания измерительных каналов:

«АЧХ компаратора с учетом аналоговой фильтрации и цифрового усреднения по отношению к флуктуациям частоты вычисляется по формуле (Б.1).

$$W^2(f) = \frac{f_h^2}{f^2 + f_h^2} \frac{\text{Sin}^2(L\pi f T)}{(L\pi f T)^2} \quad (Б.2)$$

где:

$f_h = B/2=5$ Гц, B – полоса пропускания измерительных каналов, определяемая полосовым фильтром с полосой пропускания равной 10 Гц;

L – количество выборок (отсчётов данных измерительного канала) по которому производится усреднение при формировании цифровой полосы пропускания.

Графики АЧХ компаратора для этих случаев приведены на рисунке Б.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взамен инв. №					
Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взамен инв. №					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР.411146.041РЭ	Лист
						62

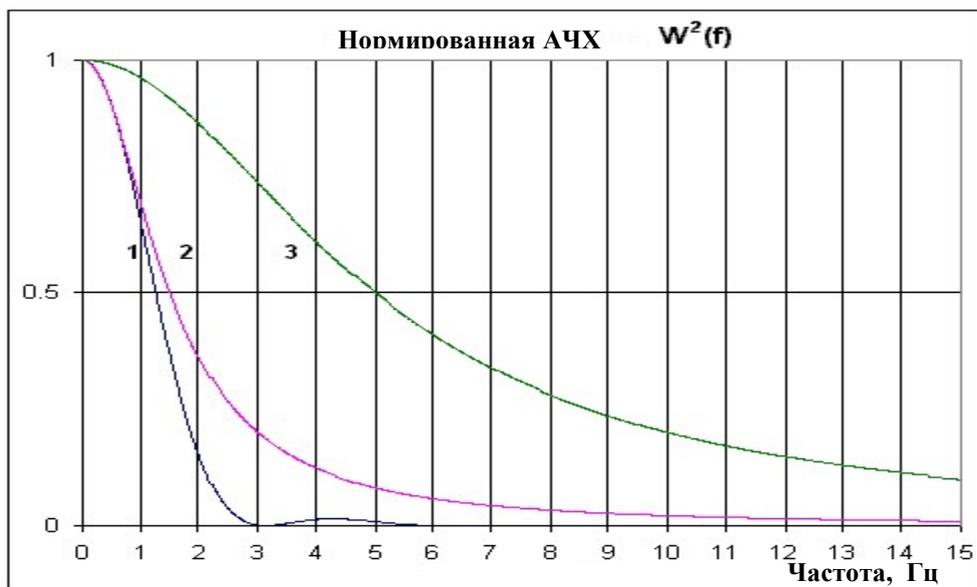


Рисунок Б.1 Частотная характеристика прибора, где:

- 1 – реальная АЧХ компаратора $B=3$ Гц (с усреднением);
- 2 – АЧХ аналогового фильтра первого порядка с полосой 3 Гц;
- 3 – АЧХ компаратора при $B=10$ Гц.»

В Программе «Компаратор-анализатор фазовый» настраиваемые полосы компаратора обозначены как полосы НЧ фильтров (W – положительная часть полной полосы пропускания): 0,5; 5; 50 и 500 Гц, а полоса компаратора 1,5 Гц обозначена как полная полоса B «3 Гц» для сохранения преемственности с предыдущими моделями приборов.

Инв. № подл.	Подп. и дата		Подп. и дата	
	Взамен инв. №		Инв. № дубл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР.411146.041РЭ				Лист 63

