



ООО «Радиокомп»

СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ С-РК-300

Техническое описание и руководство по эксплуатации



Москва 2011 г.

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

Перв. примен.					Лист
	Введение.....				3
Справ. №	1 Описание и работа изделия				3
	1.1 Назначение изделия				3
	1.2 Состав изделия.....				3
	1.3 Технические характеристики				3
	1.4 Устройство и работа				5
	1.4.1 Структурная схема прибора.....				5
	1.4.2 Включение прибора и контроль функционирования				6
	1.4.3 Управление прибором				7
	1.5 Маркировка.....				12
	1.6 Упаковка.....				12
	2 Использование по назначению				12
	2.1 Эксплуатационные ограничения				12
	3 Техническое обслуживание				13
	4 Хранение				14
	5 Транспортирование				14
	6 Гарантии изготовителя				14
Подп. и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
					РДАБ.468782.110 ТО
	<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
	<i>Разработал</i>		<i>Голубков</i>		
	<i>Проверил</i>		<i>Самарин</i>		
	<i>Н. контр.</i>				
	<i>Утвердил</i>		<i>Кочемасов</i>		
	<i>Синтезатор частоты «С-РК-300»</i>				
					<i>Лит.</i> <i>Лист</i> <i>Листов</i>
					2 16

Руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках изделия, его составных частей и указания, необходимые для правильной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

Изделие С-РК-300 – синтезатор сигналов синусоидальной формы в диапазоне от 50 до 300 МГц с высоким разрешением по частоте и малым временем переключения. Управление частотой и амплитудой синтезируемого сигнала осуществляется по последовательной шине SPI. Изделие работает с внешним источником опорной частоты 10 МГц. Синтезатор выполнен в виде герметичного модуля и предназначен для использования в составе РЭА.

1.2 Состав изделия

- блок синтезатора С-РК-300 - 1 шт.;

1.3 Технические характеристики:

1.3.1 Диапазон выходных частот – 50 ...300 МГц.

1.3.2 Шаг перестройки по частоте $\approx 3,06 \cdot 10^{-6}$ Гц при шести байтном управлении, и $\approx 0,2$ Гц при четырёх байтном управлении кодом частоты.

1.3.3 Время установления выходной частоты после окончания передачи управляющего кода не более 30 мкс.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.3.4 Уровень выходной мощности заданный по умолчанию $+(13 \pm 1,5)$ дБм;

Уровень выходной мощности регулируется в диапазоне от +6 до +15 дБм.

Неравномерность уровня выходного сигнала в рабочем диапазоне частот не более $\pm 1,5$ дБ.

1.3.5 Уровень паразитных гармонических составляющих в спектре выходного сигнала:

в полосе $\pm(1 \text{ кГц} - 1 \text{ МГц})$ не более -70 дБн,

в полосе $\pm(1 \text{ МГц} - 50 \text{ МГц})$ не более -50 дБн.

1.3.6 Уровень фазового шума выходного сигнала:

на отстройке 1 кГц - не более -75 дБн/Гц;

на отстройке 10 кГц - не более -90 дБн/Гц;

на отстройке 100 кГц - не более -115 дБн/Гц;

на отстройке 1 МГц - не более -125 дБн/Гц.

1.3.7 Интерфейс управления – двунаправленный SPI в полнодуплексном режиме работы (сигналы CS, CLK, MOSI, MISO); для всех сигналов напряжение логического «0» не более 0,8 В, напряжение логической «1» не менее 2,4 В.

1.3.8 Изделие имеет отдельный потенциальный вход «ON / OFF» отключения выходного сигнала; состоянию «ON» - «Включен» соответствует напряжение логической «1» не менее 2,4 В, состоянию «OFF» - «Выключен» - напряжение логического «0» не более 0,8 В.

1.3.9 Изделие имеет выход сигнала контроля функционирования «READY» со светодиодной индикацией:

штатному режиму работы соответствует низкий логический уровень сигнала «READY» (индикатор светится постоянно);

при уровне выходного сигнала менее $+(6 \pm 1,5)$ дБм - высокий логический уровень сигнала «READY» (индикатор не светится);

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

РДАБ.468782.110 ТО

Лист

4

при отсутствии сигнала захвата частоты в кольце ФАПЧ тактового генератора при включении синтезатора сигнал «READY» имеет вид меандра (индикатор мигает с частотой ~1 Гц);

сигнал «READY» переходит в высокое логическое состояние при поступлении команды переключения частоты синтезатора (по положительному перепаду сигнала “CS”) и возвращается в низкое логическое состояние после установления заданной частоты и амплитуды сигнала на выходе синтезатора.

1.3.10 Синтезатор частоты С-РК-300 обеспечивает возможность предварительной записи до 8-ми значений частот и амплитуд выходного сигнала в память микроконтроллера и включение их однобайтной командой.

1.3.11 Синтезатор частоты С-РК-300 обеспечивает указанные технические характеристики при работе от внешнего источника опорной частоты со следующими параметрами:

- частота опорного сигнала - 10 МГц;
- эффективное напряжение на нагрузке 50 Ом $U_{эф} = 0,2 \div 0,5$ В,
- уровень фазового шума опорного сигнала при отстройке 1 кГц должен быть не более -130 дБн/Гц,

1.3.12 Питание С-РК-300 осуществляется от внешних источников питания:

- + $(5 \pm 0,5)$ В ток потребления не более 0,4 А, и
- + $(12 \pm 1,2)$ В ток потребления не более 0,15 А.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
						5

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Структурная схема прибора

Синтезатор частоты С-РК-300 выполнен на основе цифрового вычислительного синтезатора (ЦВС). Структурная схема устройства представлена на рис.1.

Генератор тактовой частоты ЦВС (860 МГц) стабилизирован системой ФАПЧ по внешнему опорному сигналу частотой 10 МГц. Опорный сигнал поступает на схему ФАПЧ через усилитель-ограничитель. Двухканальный ЦВС типа 1508ПЛ8Т работает в режиме суммирования токов ЦАП обоих каналов. Управление синтезатором и контроль функционирования осуществляется микроконтроллером. Для уменьшения времени переключения частоты микроконтроллер управляет ЦВС по параллельному интерфейсу.

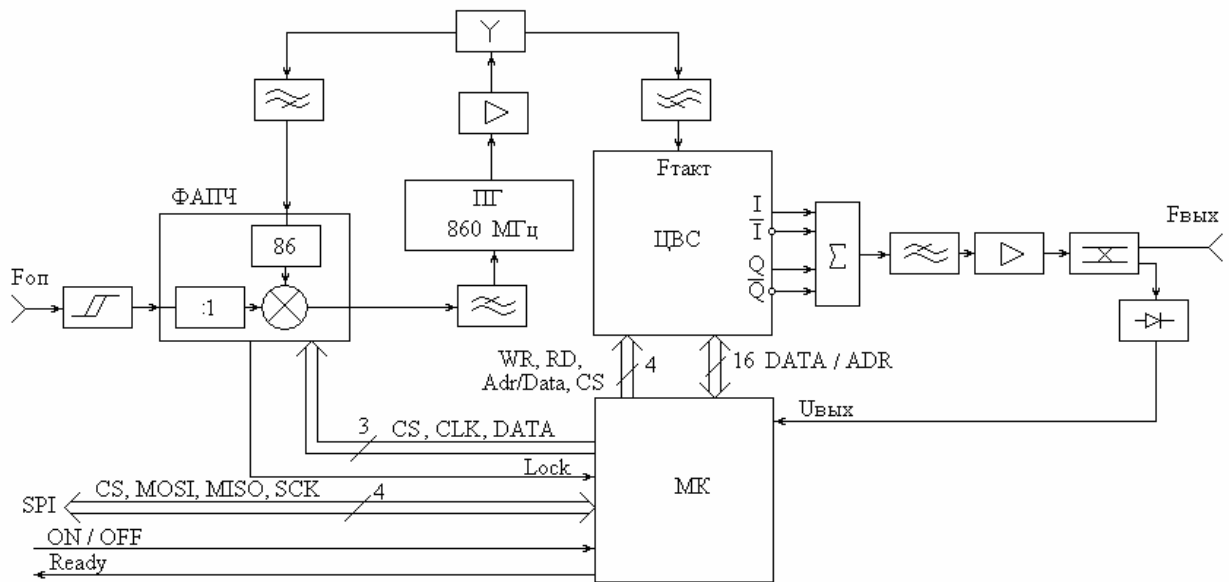


Рис.1 Структурная схема синтезатора частоты С-РК-300.

1.4.2 Включение прибора и контроль функционирования

Инев. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	Формат А4

При включении питания микроконтроллер производит инициализацию микросхемы ФАПЧ генератора тактовой частоты и через 1 мс начинает контролировать наличие сигнала “LOCK”, подтверждающего штатное функционирование системы ФАПЧ генератора тактовой частоты. После появления сигнала “LOCK” микроконтроллер программирует частоту и уровень сигнала ЦВС, заданные по умолчанию в профиле №0, и измеряет уровень сигнала на выходе синтезатора «Uвых». Если уровень сигнала на выходе находится в допустимых пределах, микроконтроллер переводит сигнал “READY” в состояние логического «0», соответствующее штатной работе прибора.

В случае отсутствия сигнала “LOCK” в течение ~10 мс, микроконтроллер 16 раз повторяет процедуру загрузки и контроля системы ФАПЧ и при отрицательном результате индицирует неисправность меандром с частотой ~1 Гц на линии “READY”.

Контроль сигналов “LOCK” и «Uвых» выполняется также при каждом переключении частоты. При пропадании любого из них, сигнал “READY” переходит в состояние логической «1», сигнализируя о неисправности блока. Для определения какой из этих двух сигналов вызвал сообщение о неисправности, следует считать по шине SPI содержимое командного байта (см. п.1.4.3)

1.4.3 Управление прибором

Управление синтезатором осуществляется внешним микроконтроллером по шине SPI (рис.2). Число синтезаторов, подключаемых к шине, ограничено нагрузочной способностью внешнего микроконтроллера. Внешний микроконтроллер выполняет функции мастера интерфейса SPI, оконечные блоки синтезаторов, являются подчиненными узлами. В состав канальных электрических сигналов шины SPI входят:

- линии связи последовательной шины SPI (SCK, MISO, MOSI),

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата
---------------	--------------	--------------	---------------	--------------

					РДАБ.468782.110 ТО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

- флаг выбора блока (CS = 0 – выбран), с которым производится обмен,
Уровни электрических сигналов соответствуют 5 В ТТЛ уровням.

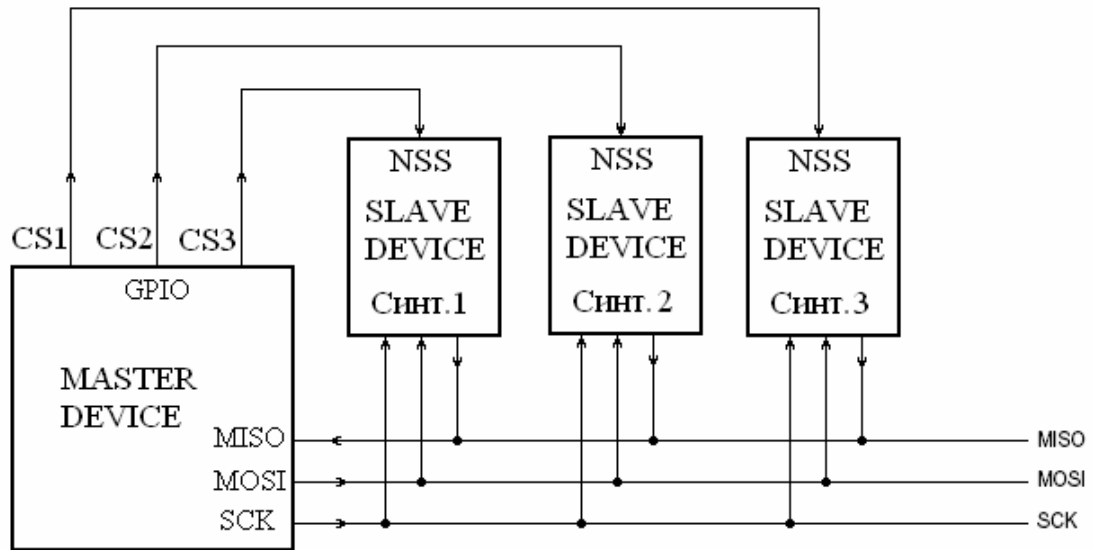
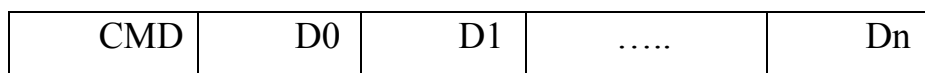


Рис.2 Схема подключения синтезаторов С-ПК-300 по шине SPI.

По интерфейсу SPI осуществляется загрузка данных в оконечные блоки, считывание данных из оконечных блоков и управление ими.

Взаимный обмен информацией между ведущей станцией и оконечными блоками ведется по интерфейсу SPI информационными посылками, состоящими из одного или нескольких байтов, сопровождаемых активным (нулевым) уровнем флага CS. При неактивном состоянии флага CS выходы SPI шины со стороны оконечных устройств находятся в 3-м состоянии, «подтянутые» к шине «+5 В» резистором 47 кОм. Все байты посылаются в линию старшим разрядом вперед.

Формат посылки:



где CMD – командный байт, D0...Dn – информационные байты.

Посылка может состоять из одного командного байта.

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

					РДАБ.468782.110 ТО	Лист
8						

Командный байт для С-РК-300 имеет вид:

W/R	ADR	NUM2	NUM1	NUM0	K2	K1	K0
-----	-----	------	------	------	----	----	----

W/R – бит, задающий режим записи (W/R=0) данных в блок или чтение их из блока (W/R=1),

ADR – бит, задающий адрес узла в блоке для микросхемы ЦВС,
 ADR = 0 – запись/чтение значения частоты в профиле NUM_i,
 ADR = 1 - запись/чтение значения амплитуды в профиле NUM_i,

NUM_i – номер профиля микросхемы ЦВС, NUM = 0 ... 7,

K_i – число байтов, пересылаемых в посылке вслед за командным.

Через поля K0 – K2 можно управлять точностью установки частоты синтезатора в выбранном профиле и уменьшать время перезаписи нового значения частоты за счет снижения объема информации, передаваемой по шине SPI. При K_i = 6 передается шесть байт кода частоты, рассчитанных из:

$$\text{КОД} = (2^{48} * F) / F_{\text{такт}}, \quad (1)$$

где F_{такт} = 860 МГц – тактовая частота, F [МГц] – требуемое значение частоты на выходе синтезатора. Шаг по частоте при этом будет составлять $\approx 3,06 * 10^{-6}$ Гц.

Порядок следования информационных байт – младшие вперед.

При K_i = 4, передаются четыре старших байта кода частоты, рассчитанных по (1), и шаг по частоте равен $\approx 0,2$ Гц.

После пересылки 6 или 4 байт кода частоты в профиль NUM_i синтезатор переключается в i-ый профиль независимо от текущего состояния. Значение амплитуды сигнала в этом профиле будет равно либо заданному по умолчанию (50%), либо заранее предустановленному.

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

					РДАБ.468782.110 ТО			Лист
								9

Для предустановки требуемого значения амплитуды в профиле NUMi необходимо в командном байте в режиме записи установить поле ADR=1, указать требуемый номер профиля NUMi, число передаваемых бит Ki = 2, и в следующих двух байтах передать код амплитуды. Двухбайтовое двенадцати-разрядное слово кода амплитуды имеет следующий вид:

D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	X	X	X
-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---

Где D12 – знаковый разряд,

D0 – D11 - двенадцатиразрядное слово кода амплитуды,

X – неиспользуемые разряды.

По умолчанию значение амплитуды во все профили задано равным 50% (40 00 h). При этом уровень сигнала на выходе синтезатора в полосе рабочих частот равен $13 \pm 1,5$ дБм.

Порядок следования байт – младшие вперед.

Значение амплитуды применяется к профилю с номером, указанном в поле NUMi. Если в момент перезаписи кода амплитуды в профиль NUMi, синтезатор работает в профиле с другим номером, то переключения на новый профиль NUMi не произойдет, но при последующем включении профиля NUMi будет применено предустановленное значение амплитуды.

При нулевом значении полей K0-K2 (Ki = 0) одним командным байтом включается один из заранее запрограммированных профилей синтезатора (частота и амплитуда). Для этого необходимо при Ki = 0 переслать новое значение поля NUMi.

Как в режиме записи, так и в режиме чтения, во время приема командного байта выбранный блок С-РК-300 по шине MISO отвечает байтом своего текущего состояния:

ON/OFF	U	L			F2	F1	F0
--------	---	---	--	--	----	----	----

Где:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
						10

ON/OFF – бит, отображающий состояние сигнала включения / выключения сигнала на входе блока С-РК-300,

U – бит, отображающий состояние уровня выходной частоты (1 – в норме),

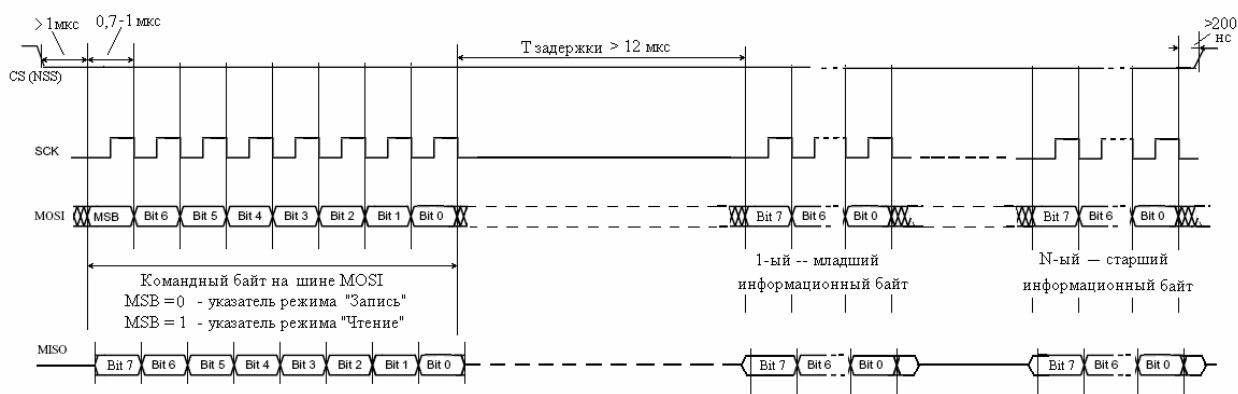
L – бит, отображающий состояние вывода «LOCK» генератора тактовой частоты в блоке С-РК-300,

Fi – номер действующего профиля.

В режиме записи и чтения при приеме последующего указанного числа байт синтезатор С-РК-300 по шине MISO возвращает текущее состояние синтезатора – частоты при значении поля ADR=0, или амплитуды при ADR=1.

При значении командного байта 7F h выполняется «RESET» блока и он переходит в состояние заданное по умолчанию. Команда «RESET» сбрасывает все регистры микросхемы ЦВС в исходное (нулевое) состояние, а затем микроконтроллер блока производит их перезагрузку аналогично той, что происходит при включении питания. Время выполнения команды «RESET» существенно больше времени выполнения команды перезаписи частоты.

После пересылки командного байта ведущая станция должна организовать задержку длительностью не менее 12 мкс на время распознавания и подготовки исполнения команды блоком (рис.3).



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

Рис.3 Временные диаграммы шины SPI.

1.5 Маркировка

Маркировка блока синтезатора частоты С-РК-300 производится на верхней поверхности корпуса и включает в себя условное наименование и заводской номер, например: С-РК-300 N01.

1.6 Упаковка

Синтезатор частоты С-РК-300 должен быть завернут в три слоя пленки из вспененного полиэтилена ТУ 2244-022-03989419-02 толщиной 1 мм, заварен в полиэтиленовый пакет и по 10 штук упакован в картонную коробку. Упаковка обеспечивает хранение при температуре от +5°С до +45°С и относительной влажности не выше 80%, а также перевозку авиационным, автомобильным и железнодорожным транспортом в пассажирских салонах.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Напряжения питания С-РК-300 должно быть в пределах указанных в п. 1.3.12. При включении и выключении источников питания недопустимо появление выбросов напряжения положительной полярности, превышающие $1,5U_{ном}$ (от номинального значения напряжения питания) и отрицательной полярности, превышающее 0,6 В.

2.1.2 При включение питания по окончанию переходных процессов рекомендуется начинать работу блока с программной команды «RESET» (командного байта 7F h см. п. 4.1.3).

2.1.3 Сигнал опорной частоты должен удовлетворять требованиям п. 1.3.11.

Инев. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
											12

2.1.4 Логические уровни сигналов управления должны соответствовать указанным в п. 1.3.7, 1.3.8.

2.1.5 По стойкости к внешним воздействующим факторам синтезатор частоты С-РК-300 соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ РВ 20.39.304–98 к аппаратуре группы 1.1 исполнения УХЛ, эксплуатируемой в стационарных отапливаемых помещениях. Аппаратура сохраняет свои технические параметры в пределах норм, установленных ТУ, в следующих условиях эксплуатации

а) по теплоустойчивости

– рабочая температура плюс $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$

– после пребывания при температуре плюс $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$;

б) по холодоустойчивости

– рабочая температура плюс $(5 \pm 2) ^\circ\text{C}$

– после пребывания при температуре минус $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$;

в) по влагоустойчивости – в диапазоне от 20 до 85% при $T=25^\circ\text{C}$ и после пребывания при влажности 98% и $T=25^\circ\text{C}$;

г) после воздействия пониженного атмосферного давления 90 мм рт. ст. ($1,2 \cdot 10^4 \text{ Па}$).

3 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению работоспособности изделия.

В техническое обслуживание входит:

- внешний осмотр;

- очистка от пыли;

- проверка работоспособности.

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

РДАБ.468782.110 ТО

Лист

13

Сведения о проведении работ по техническому обслуживанию, выявленных неисправностях, повреждениях, отказах и о принятых мерах по их устранению заносят в соответствующие журналы эксплуатационно-технического учета.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4 Хранение

Синтезатор частоты С-РК-300 в заводской упаковке, может храниться при температуре +5°С ... +45°С и относительной влажности не выше 80%.

5 Транспортирование

Синтезатор частоты С-РК-300 в заводской упаковке может перевозиться авиационным, автомобильным и железнодорожным транспортом в пассажирских салонах.

6 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие качества изделия требованиям ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации, установленных в ТУ.

Гарантийный срок изделия - 1 год с момента приемки представителем заказчика.

Предприятие-изготовитель в течение гарантийного срока обязуется безвозмездно устранять выявленные дефекты или заменять вышедшие из строя части изделия, если необходимость устранения дефектов или замена возникли по вине предприятия-изготовителя.

Адрес: 111024, Москва, ул. Авиамоторная д. 8а, ООО «Радиокомп»,
Телефон (495) 957-78-39.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
											15

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	РДАБ.468782.110 ТО	Лист
						15

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

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