

3. Инструкция по эксплуатации программного обеспечения Analyzer 2700 (RU.AECФ.30014-01):

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

Программное обеспечение (далее – ПО) анализатора сигналов «Analyzer 2700» выполняет функции задания режимов работы, выбора конкретных пара-метров входного и выходного сигналов, управление процедурой измерений, представления и сохранения результатов измерений.

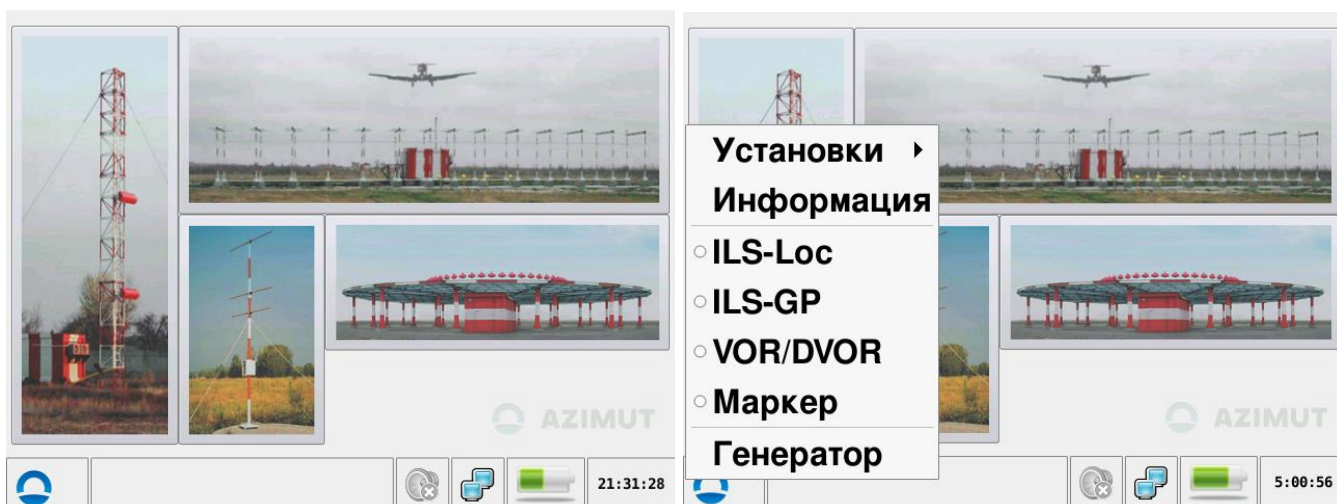
ПО включает в себя исполняемую часть (ОС Linux) и библиотеку «цифро-вых копий» сигналов «Маркер», «ILS», «VOR».

Анализатор сигналов «Analyzer 2700» (далее – анализатор) предназначен для настройки и обслуживания радиомаяков системы ILS, VOR/DVOR, Маркер, в том числе в составе автоматизированных измерительных стендов.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1.1 Главное меню

После загрузки анализатора на экране отображается главное меню анализатора. Выбор режима измерения производится нажатием соответствующего изображения, либо выбором из меню



2.1.2 Измерение параметров курсового маяка

Окно измерения курсового маяка:

УК

РГМ	2.23	%
СГМ	19.45	%
Уровень	-90.93	дБм
КАМ90	8.61	%
КАМ150	10.84	%
КАМ1020	15.5	%
Частота не...	108.90743	МГц
Код СО		Морзе
Кг90	10.2	%
Кг150	9.4	%

○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)

ШК


Кг150	8.3	%
Freq90	83.900	Гц
Freq150	141.509	Гц
Freq1020	999.6	Гц
Фаза90/150	5.4	°
Точка	89	мс
Тире	299	мс
Внутрисим...	0	мс
Межсимв. ...	51	мс
Период	120000	мс


○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)

Широкополосный

РГМ	2.92	%
СГМ	6.26	%
Уровень	-80.83	дБм
КАМ90	1.67	%
КАМ150	4.59	%
КАМ1020	0.0	%
Частота несущей	108.90419	МГц
Код СО		Морзе
Кг90	3.6	%
Кг150	2.1	%

○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)


ILS-Loc
5:03:46


ILS-Loc
5:06:04

Выбор режима измерения (типа детектора) производится через меню установок режима:

Широкополосный

РГМ	-1.65	%
СГМ	4.84	%
Уровень	-80.72	дБм
КАМ90	3.25	%
КАМ150	1.60	%
КАМ1020	0.0	%
Частота несущей	108.90540	МГц
Код СО		Морзе
Кг90		%
Кг150		%

○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)


Частота несущей, МГц:


Вход: Предусилит. Аттенюатор

Тип детектора:

УК/ШК

Широкополосный


ILS-Loc
5:07:11


ILS-Loc
5:09:28

2.1.3 Измерение параметров глissадного маяка

Окно измерения глissадного маяка:

УК

РГМ	-7.62	%
СГМ	14.08	%
Уровень	-76.07	дБм
КАМ90	10.85	%
КАМ150	3.23	%
Частота не...	330.78098	МГц
Кг90	9.4	%
Кг150	12.4	%
Freq90	85.986	Гц
Freq150	152.523	Гц

○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)

ШК


СГМ	15.20	%
Уровень	-75.31	дБм
КАМ90	7.35	%
КАМ150	7.85	%
Частота не...	330.80720	МГц
Кг90	8.4	%
Кг150	8.5	%
Freq90	82.475	Гц
Freq150	147.585	Гц
Фаза90/150	31.5	°


○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)

Широкополосный

РГМ	-1.67	%
СГМ	6.72	%
Уровень	-65.74	дБм
КАМ90	4.20	%
КАМ150	2.53	%
Частота несущей	330.78199	МГц
Кг90	2.6	%
Кг150	3.1	%
Freq90	88.240	Гц
Freq150	142.164	Гц

○ Ед.изм.(.) ● Ед.изм.(%)


ILS-GP
5:16:03





ILS-GP
5:17:12

Режим измерения глissады аналогичен режиму измерения курса за исключением вывода на экран параметров сигнала опознавания.

2.1.4 Измерение параметров VOR/DVOR маяка

Окно измерения VOR/DVOR маяка:

Азимут	31.85	°
Уровень ВЧ	-79.71	дБм
Частота несущей	112.81447	МГц
КАМ30	6.68	%
КАМ9960	39.74	%
КАМ1020	8.9	%
Девияция	425.5	Гц
Freq30	34.109	Гц
Freq9960	9961	Гц
Код СО		Морзе
Kг30	133.2	%
Kг9960	98.1	%
Freq1020	1018.8	Гц

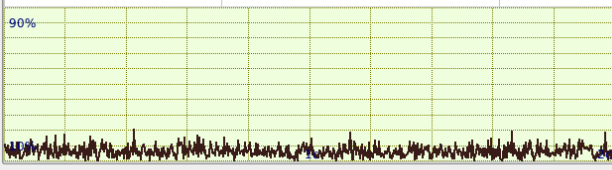

VOR/DVOR







5:21:03

2.1.5 Измерение параметров маркерного маяка

Окно измерения маркерного маяка:

Уровень ВЧ	-61.84	дБм
Частота несущей	75.00843	МГц
КАМ	10.3	%
Модуляция	1382.4	Гц
Коэфф. гарм.	138.2	%




Маркер



5:25:53

2.1.6 Изменение размера шрифта

Изменение размера шрифта производится в меню «Вид»:

Широкополосный





РГМ	0.78	%
СГМ	5.44	%
Уровень	-80.76	дБм
КАМ90	2.33	%
КАМ150	3.11	%
КАМ1020	7.4	%
Частота несущей	108.89139	МГц
Код СО		Морзе
Kг90		%
Kг150		%

Установки

Вид ▸

Закрывать





- Крупный
- Средний
- Мелкий
- Спектр


ILS-Лос



5:00:41

Широкополосный

РГМ	-0.62	%
СГМ	4.85	%
Уровень	-80.77	дБм
КАМ90	2.74	%
КАМ150	2.11	%
КАМ1020	4.9	%



Ед.изм.(.) Ед.изм.(%)



ILS-Лос



5:00:51

Широкополосный

РГМ	-2.06	%
СГМ	4.61	%
Уровень	-80.68	дБм
КАМ90	3.34	%
КАМ150	1.27	%
КАМ1020	7.3	%
Частота несущей	108.89321	МГц
Код СО		Морзе
Кг90	3.4	%
Кг150	2.7	%

Ед.изм.(.) Ед.изм.(%)





ILS-Loc



5:00:59

Широкополосный

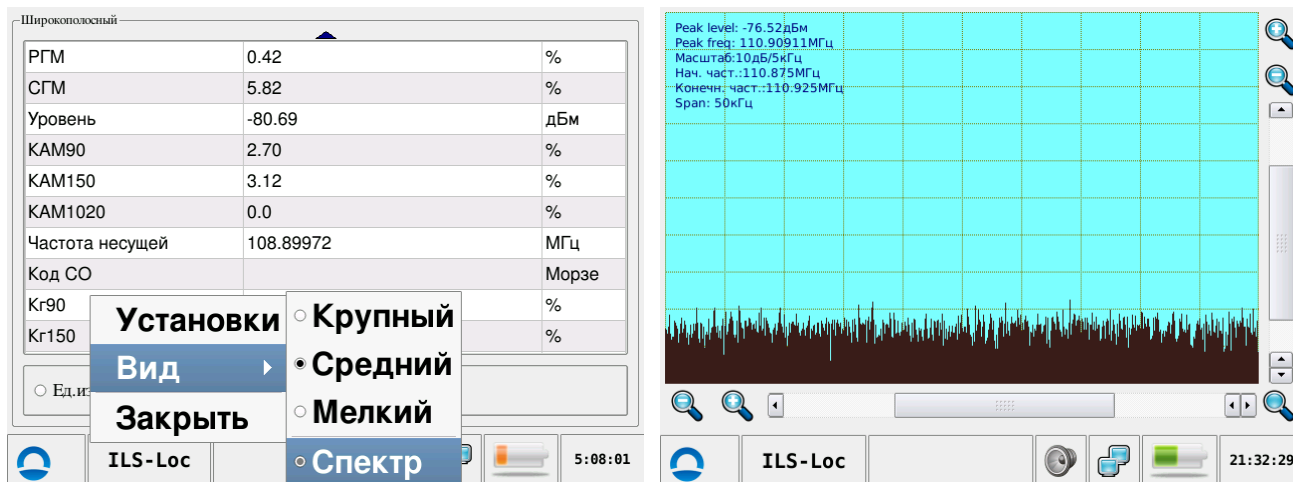
РГМ	0.56	%
СГМ	4.81	%
Уровень	-80.66	дБм
КАМ90	2.13	%
КАМ150	2.68	%
КАМ1020	6.5	%
Частота несущей	108.89398	МГц
Код СО		Морзе
Кг90	3.3	%
Кг150	3.1	%
Freq90	93.074	Гц
Freq150	147.671	Гц
Freq1020	1016.2	Гц
Фаза90/150	-35.7	°
Точка	65	мс

Ед.изм.(.) Ед.изм.(%)


ILS-Loc



5:01:05

2.1.7 Измерение спектра




Включение измерения спектра производится через меню «Вид-> Спектр»:




The screenshot shows the ILS-Loc software interface. On the left, a table displays various parameters:

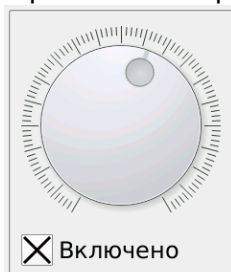
Широкополосный		
РГМ	0.42	%
СГМ	5.82	%
Уровень	-80.69	дБм
КАМ90	2.70	%
КАМ150	3.12	%
КАМ1020	0.0	%
Частота несущей	108.89972	МГц
Код СО		Морзе
Кг90		%
Кг150		%

A menu is open over the 'Вид' (View) button, showing options: 'Установки' (Settings), 'Вид' (View), 'Закрывать' (Close), 'Крупный' (Large), 'Средний' (Medium), and 'Мелкий' (Small). The 'Спектр' (Spectrum) option is highlighted. The spectrum plot on the right shows a peak level of -76.52 дБм at a frequency of 110.90911 МГц. The plot scale is 10 дБ/5 кГц, with a start frequency of 110.875 МГц and an end frequency of 110.925 МГц, resulting in a span of 50 кГц.

изменение масштаба спектра производится нажатием на кнопки  . Сброс в исходное состояние . Перемещение спектра производится перемещением элементов прокрутки, либо нажатием и перемещением изображения спектра.

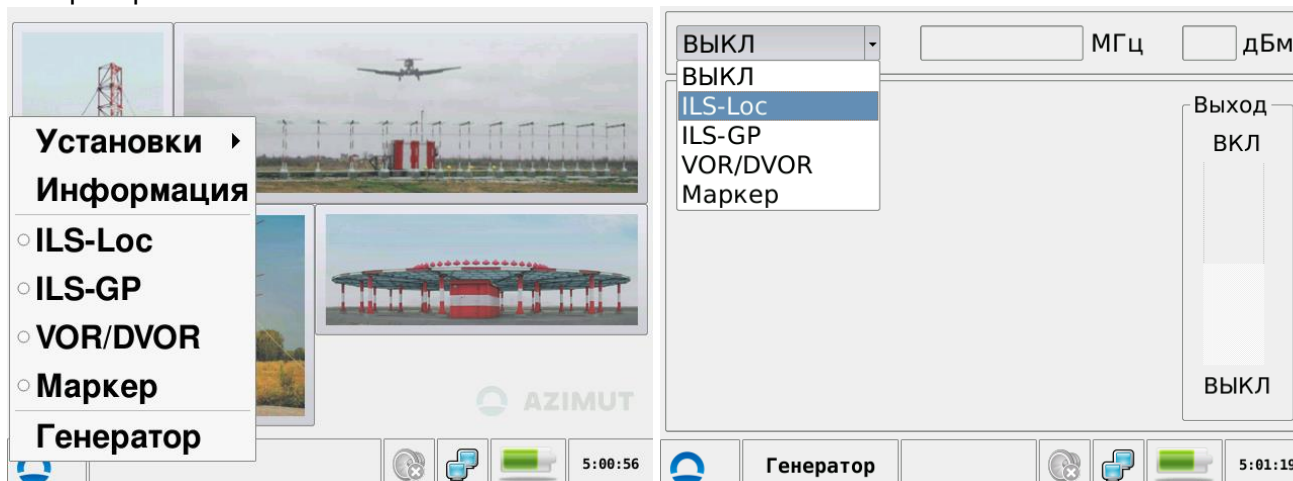
2.1.8 Вывод звука

Включение, отключение звука и регулировка громкости производятся нажатием на кнопку  в режиме измерения. Регулятор громкости:



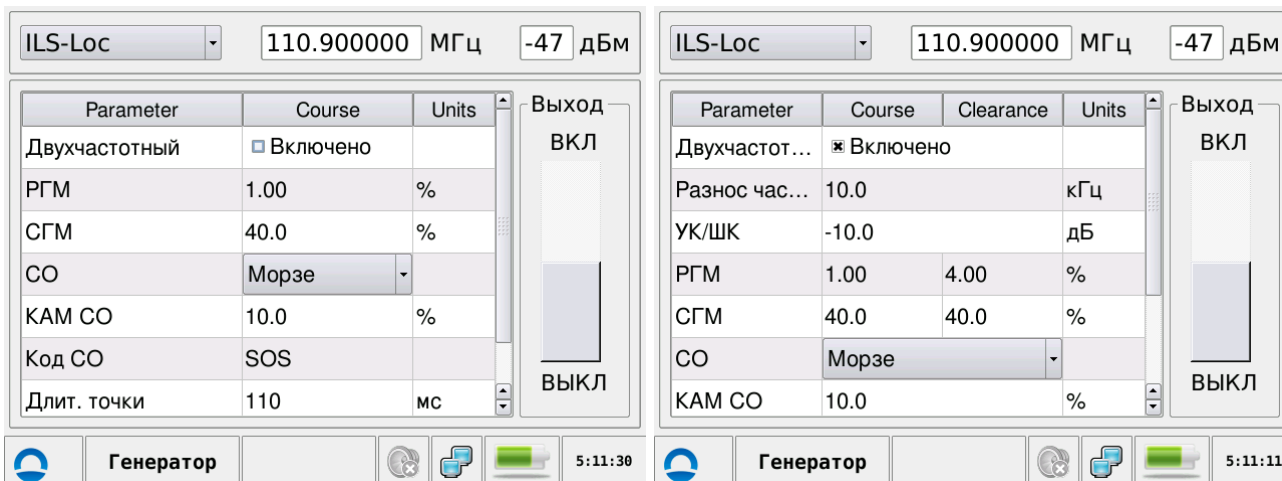
2.2 Режим формирования тестового сигнала

Включение генератора производится из главного меню программы нажатием на слове Генератор. Далее необходимо выбрать слева в верхнем углу из выпадающего меню режим работы генератора.



The screenshot shows the ILS-Loc software interface in the generator mode. A menu is open over the 'Генератор' (Generator) button, showing options: 'Установки' (Settings), 'Информация' (Information), 'ILS-Loc', 'ILS-GP', 'VOR/DVOR', 'Маркер' (Marker), and 'Генератор'. The 'Генератор' option is highlighted. The generator control panel on the right shows a dropdown menu with options: 'ВЫКЛ' (Off), 'ВЫКЛ', 'ILS-Loc', 'ILS-GP', 'VOR/DVOR', and 'Маркер'. The 'ILS-Loc' option is selected. The panel also shows a 'Выход' (Exit) button with 'ВКЛ' (On) and 'ВЫКЛ' (Off) options.

После чего выбираем режим одночастотный или двухчастотный и задаем все параметры, предлагаемые в таблице.

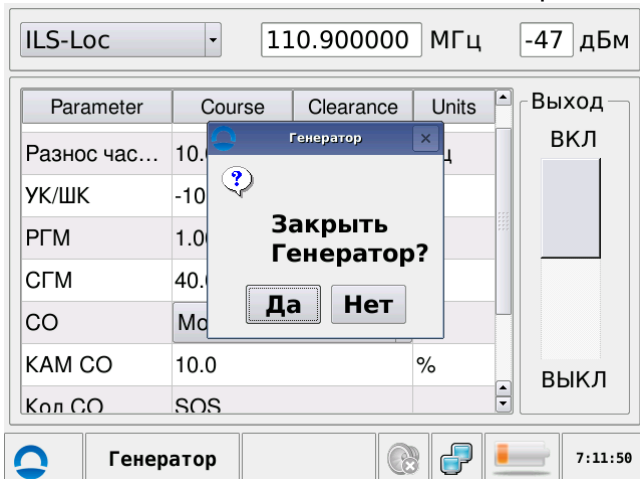


Parameter	Course	Units	Выход
Двухчастотный	<input type="checkbox"/> Включено		ВКЛ
РГМ	1.00	%	
СГМ	40.0	%	
СО	Морзе		
КАМ СО	10.0	%	
Код СО	SOS		
Длит. точки	110	мс	ВЫКЛ

Parameter	Course	Clearance	Units	Выход
Двухчастот...	<input checked="" type="checkbox"/> Включено			ВКЛ
Разнос час...	10.0		кГц	
УК/ШК	-10.0		дБ	
РГМ	1.00	4.00	%	
СГМ	40.0	40.0	%	
СО	Морзе			
КАМ СО	10.0		%	ВЫКЛ

Для подачи сигнала на выход справа сдвигаем виртуальный тумблер с названием «Выход» в положение ВКЛ. При необходимости временного отключения выходного сигнала переводим тумблер в положение ВЫКЛ.

Для выхода из режима генератора необходимо нажать в нижней строке на кнопку «Генератор» и согласиться на дополнительный вопрос о его закрытии.



Parameter	Course	Clearance	Units	Выход
Разнос час...	10.0			ВКЛ
УК/ШК	-10.0			
РГМ	1.00			
СГМ	40.0			
СО	Мо			
КАМ СО	10.0		%	
Код СО	SOS			ВЫКЛ

2.3 Измеряемые параметры

2.3.1 Формат сигнала ILS.

Входной сигнал формата ILS описывается математическим выражением

$$s(t) = A_0(1 + S(t)) \sin 2\pi ft \quad (2.1)$$

представляющее собой амплитудно-модулированный сигнал, где $S(t)$ – модуляция амплитуды.

$$S(t) = A_{90} \sin(2\pi F_{90}t + \varphi_{90}) + A_{150} \sin(2\pi F_{150}t + \varphi_{150}) + A_{1020} \sin 2\pi F_{1020}t + voice(t) \quad (2.2)$$

$voice(t)$ – речевой канал.

Выражение 2.1 представляет собой одну из составляющих в двухканальной системе ILS.

Двухканальная система описывается выражением:

$$s(t)_{\Sigma} = A_{0\text{ук}} \left(1 + S_{\text{ук}}(t)\right) \sin 2\pi f_{\text{ук}} t + A_{0\text{шк}} \left(1 + S_{\text{шк}}(t)\right) \sin 2\pi f_{\text{шк}} t \quad (2.3)$$

2.3.1.1 КАМ90, КАМ150, КАМ1020

КАМ – коэффициент амплитудной модуляции:

$$\text{КАМ}_X = \frac{A_X}{A_0}, \text{ где} \quad (2.4)$$

X – индекс частоты (90, 150, 1020).

2.3.1.2 РГМ.

РГМ – разность глубин модуляций вычисляется по формуле:

$$\text{РГМ} = \text{КАМ}_{150} - \text{КАМ}_{90} \quad (2.5)$$

2.3.1.3 СГМ.

СГМ – сумма глубин модуляций вычисляется по формуле:

$$\text{СГМ} = \text{КАМ}_{150} + \text{КАМ}_{90} \quad (2.6)$$

2.3.1.4 Уровень.

Уровень входного сигнала. Единицы измерения – дБм.

$$\text{Уровень} = 10 \cdot \log \frac{1000 \cdot A_0^2}{R_{\text{вх}}}, \text{ где} \quad (2.7)$$

A_0 – входное напряжение;

$R_{\text{вх}}$ – волновое сопротивление входа 50 Ом.

2.3.1.5 Частота несущей.

Частота несущей – частота канала, на которой работает маяк. Для двухканальных систем таких несущих две – одна для узкого канала, другая для широкого канала. Единицы измерения – МГц.

2.3.1.6 $K_{\Gamma 90}$, $K_{\Gamma 150}$. Коэффициент гармоник.

Коэффициент гармоник вычисляется по формуле:

$$K_{\Gamma} = \sqrt{\sum_{k=2}^5 A_k^2 / A_{k=1}^2} \quad (2.8)$$

где k – номер гармоники

2.3.1.7 Фаза 90/150.

Фаза 90/150 – это разность фаз низкочастотных модулирующих сигналов 90 и 150 Гц. Единицы измерения – градусы. Вычисляется по формуле:

$$\text{Фаза}_{90/150} = \left(\frac{\varphi_{150}}{5} - \frac{\varphi_{90}}{3} \right) \frac{360}{2\pi}, \text{ град.} \quad (2.9)$$

2.3.1.8 Freq90, Freq150, Freq1020. Частоты модулирующих сигналов.

Анализатор производит измерение частот модулирующих сигналов. 90 и 150 Гц измеряются непрерывно. Частота сигнала опознавания (1020 Гц) измеряется только при условии $\text{КАМ}_{1020} \geq 3.0\%$. Если $\text{КАМ}_{1020} < 3.0\%$, то отображается величина последнего измерения. Если в течение 2 минут не было произведено ни одного измерения КАМ_{1020} , то он отображается нулевым.

2.3.1.9 Код СО.

Код СО передается манипуляцией частоты 1020 Гц. Манипуляция осуществляется кодом Морзе. Анализатор детектирует этот код в строку символов, которая отображается в поле «Код СО». Кодирование кодом Морзе происходит передачей коротких (точек) и длинных (тире) посылок. При этом длительность точки лежит в пределах 100 – 160 мс, длительность тире в три раза больше длительности точки. Паузы внутри одного символа равны длительности точки, а между символами равны длительности тире. Количество символов в одной посылке от 2 до 4. Период повторения посылок – около 7 повторов в минуту.

2.3.2 Формат сигнала VOR

Входной сигнал формата VOR описывается математическим выражением

$$s(t) = A_0(1 + S(t)) \sin 2\pi f t \quad (2.10)$$

представляющее собой амплитудно-модулированный сигнал, где $S(t)$ – модуляция амплитуды.

$$S(t) = A_{30} \sin(2\pi F_{30} t + \varphi_{\text{пер}}) + A_{9960} \sin \left[2\pi \left(F_{9960} + \frac{F_{\text{дев}}}{F_{30}} \sin(2\pi F_{30} t + \varphi_{\text{оп}}) \right) t \right] +$$

$$A_{1020} \sin 2\pi F_{1020} t + \text{voice}(t) \quad (2.11)$$

2.3.2.1 Азимут.

Азимут – разность фаз между сигналами опорной и переменной частоты. В случае обычного VOR опорная частота 30 Гц выделяется из поднесущей ЧМ сигнала 9960 Гц. Переменная выделяется из 30 Гц АМ составляющей. В доплеровском VOR переменная фаза находится в ЧМ поднесущей, а опорная в АМ.

$$\text{Азимут} = (\varphi_{\text{оп}} - \varphi_{\text{пер}}) \frac{360}{2\pi}, \text{ град.} \quad (2.12)$$

2.3.2.2 Уровень ВЧ

Измерение уровня ВЧ аналогично измерению в режиме ILS

2.3.2.3 Частота несущей

Частота несущей – частота канала, на которой работает маяк.

2.3.2.4 КАМ30, КАМ9960, КАМ1020

Измерение КАМ-ов производится аналогично измерению в режиме ILS

2.3.2.5 Девиация

Девиация поднесущей 9960 Гц. $F_{\text{дев}}$ измеряется в диапазоне от 0 до 960 Гц.

2.3.2.6 Freq30, Freq9960, Freq1020. Частоты модулирующих сигналов

Измерение частот аналогично измерению в режиме ILS. Частоты 30 и 9960 Гц измеряются непрерывно.

2.3.2.7 K_{r30} , K_{r9960} . Коэффициент гармоник

Коэффициент гармоник 30 Гц составляющей производится по формуле п.4.3.1.6. Коэффициент гармоник 9960 Гц производится только по второй гармонике, т.е. 19880 Гц, поскольку полоса приемника составляет 50 кГц и не пропускает гармоники ЧМ поднесущей выше второй.

2.3.2.8 Код СО

Измерение кода СО производится так же как и в режиме ILS

2.3.3 Формат сигнала маркерного радиомаяка

Сигнал маркерного маяка представляет собой амплитудно-модулированный сигнал несущей частоты 75 МГц. Модулирующая частота может быть 400 Гц, 1300 Гц или 3000 Гц с допуском $\pm 2.5\%$. Глубина модуляции составляет $95 \pm 4\%$.

2.3.3.1 Уровень ВЧ

Измерение уровня ВЧ аналогично измерению в режиме ILS

2.3.3.2 Частота несущей

Частота несущей – радиочастота, на которой работает маяк.

2.3.3.3 КАМ

Коэффициент амплитудной модуляции. Измеряется в пределах 5-100%.

2.3.3.4 Модуляция

Анализатор измеряет частоту модуляции в следующих пределах: 400 ± 100 Гц, 1300 ± 100 Гц, 3000 ± 100 Гц.

2.3.3.5 Коэффициент гармоник

Коэффициент гармоник модуляции производится по формуле 2.8


2.4 Графическое отображение

На графике отображается временная диаграмма коэффициента амплитудной модуляции. По вертикали располагается ось величины КАМ (0 – 100%), по горизонтали – ось времени (2 секунды).


2.5 Вывод звука

В режиме измерений можно использовать дополнительно использовать внутренний звукоизлучатель. В режиме курса и VOR/DVOR он позволяет на слух определять наличие сигнала опознавания, а также прослушивать речевой канал. Спектр звукового сигнала находится в полосе 300 – 3400 Гц. В режиме маркера производить идентификацию типа маркера. Внутренний радиомаркер модулируется частотой 3000 Гц. Опознавание производится передачей шести точек в секунду. Средний радиомаркер модулируется частотой 1300 Гц. Опознавание – серия чередующихся точек и тире, причем тире передается со скоростью два тире в секунду, а точки - со скоростью 6 точек в секунду. Внешний радиомаркер - частота модуляции 400 Гц. Опознавание – непрерывная передача двух тире в секунду.

2.6 Доступ к идентификационным данным ПО

Включить штекер питания анализатора. Нажать на верхнем торце корпуса анализатора красную клавишу . Наблюдать загрузку ПО.

После загрузки ПО на экране ЖК-дисплея наблюдать главное меню. Нажать виртуальную кнопку в левом нижнем углу главного меню.

Нажать виртуальную кнопку  «Информация» на сенсорном экране ЖК-дисплея. Через 2 – 3 сек на сенсорном экране ЖК-дисплея наблюдать информацию об анализаторе и его ПО:

– перемещаясь по экрану найти раздел «Linux kernel info» и в строке «Linux version» наблюдать версию исполняемой части ПО;

– перемещаясь по экрану найти раздел «DSP firmware» и в строке «firmware version» наблюдать версию ПО библиотеки «цифровых копий» сигналов «Маркер», «ILS», «VOR/DVOR», в строке «CRC32:» наблюдать контрольную сумму по алгоритму CRC32.

Перечень принятых сокращений и обозначений

АБ	аккумуляторная батарея
АМ	амплитудная модуляция
АЦП	аналого-цифровой преобразователь
ВПП	взлетно-посадочная полоса
ВЧ	высокая частота
КДП	командно-диспетчерский пункт
КСВН	коэффициент стоячей волны по напряжению
ПИ	панель информации
ПО	программное обеспечение
РГМ	разница глубин модуляции
СГМ	сумма глубин модуляции
УВЧ	усилитель высокой частоты
УК	узкий канал рабочей частоты курсового или глиссидного радио маяка

УПЧ усилитель промежуточной частоты
ЦСЧ цифровой синтезатор частоты
ШК широкий канал рабочей частоты курсового или глиссадного
радио маяка
GP радиомаяк глиссадный
Loc радиомаяк курсовой
Marker маркерный радиомаяк
VOR/DVOR азимутальный радиомаяк