

# СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ FM-ПЕРЕДАТЧИК

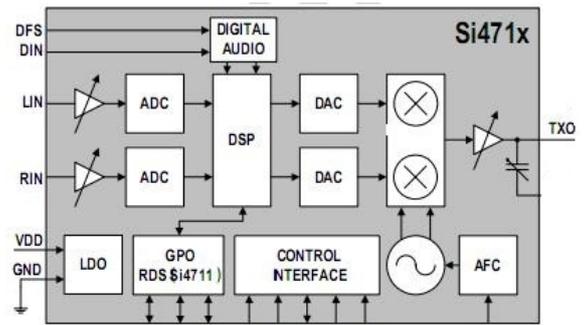
Стереофонический FM-передатчик - устройство для передачи звука в эфир на любой частоте всего FM-диапазона. Основные достоинства передатчика:

- полностью цифровое управление:
  - частотой в пределах всего FM - диапазона
  - выходной мощностью от 0,2 до 5 Вт
  - режимом моно/стерео
  - аудиодевиацией
  - звуковым компрессором
- защита передатчика от обрыва антенны
- встроенный рефлектометр
- активная защита от переполусовки
- малый вес и габариты



## Описание передатчика

Передатчик собран на современных SMD элементах. Сердце передатчика - микросхема нового поколения Si4711, специально спроектированная американской фирмой **SiLabs** для построения миниатюрных передатчиков, включающая в себя все необходимые узлы для качественной обработки звука, подаваемого на вход микросхемы и преобразования его в высокочастотный сигнал для излучения в эфир по стандарту CCIR. Аналоговые сигналы, поступающие на вход микросхемы, оцифровываются и дальнейшее их преобразование происходит в цифровой форме. Поэтому качество передаваемого сигнала выше, чем у передатчиков, собранных на более ранних аналоговых микросхемах (BA1404, NJM2035 и др.). Стабильность частоты обеспечивается встроенным синтезатором частоты с интегрированным генератором, управляемым напряжением (VCO). Встроенная функция RDS позволяет передавать имя радиостанции, предварительно записанное в микроконтроллер передатчика.



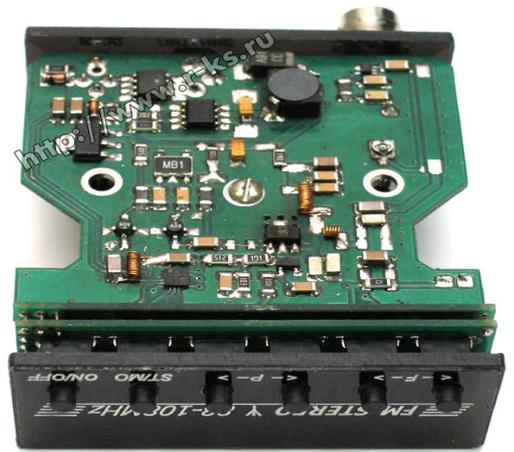
## Функциональная схема передатчика:



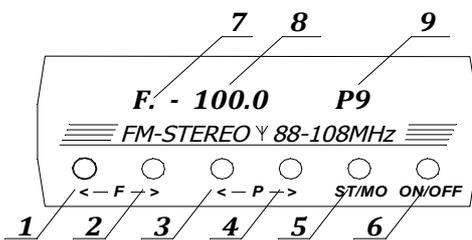
Управление передатчиком осуществляется при помощи кнопок, расположенных на передней панели передатчика. При выключении питания все установленные параметры передачи сохраняются в памяти микроконтроллера.

## Основные технические характеристики:

Напряжение питания.....	9-16В
Ток потребления(max).....	1 А
Сопротивление нагрузки, Ом.....	50
Диапазон частот.....	87.5...108 МГц
Шаг перестройки частоты.....	100кГц
Отношение с/ш, (моно) дБ.....	63
Отношение с/ш, (стерео) дБ.....	58
Разделение стереоканалов, дБ.....	35
Вых. мощность (max).....	5Вт
Число градаций регулировки мощности.....	9
Размеры, мм .....	60x60x25
Вес, гр.....	125



## Функциональное описание кнопок управления и индикации



- 1- кнопка уменьшения частоты
- 2- кнопка увеличения частоты
- 3- кнопка уменьшения мощности
- 4- кнопка увеличения мощности
- 5- кнопка переключения режима передачи моно/стерео и входа в сервисное меню настроек.
- 6- кнопка включения/выключения

- 7- индикация передачи в стереорежиме
- 8- индикация текущей частоты передачи
- 9- индикация выходной мощности и обрыва антенны

## Подключение и настройка

Для начала работы необходимо подключить к передатчику блок питания, антенну или её эквивалент 50 Ом, с помощью ауди шнура соединить передатчик с источником звука, например, со звуковой картой компьютера или MP3-проигрывателем с минимально возможной установленной громкостью. На индикаторе начнет мигать точка, свидетельствующая о готовности передатчика к включению. После этого надо нажать кнопку ON/OFF на передней панели передатчика. При этом передатчик включится с параметрами, установленными при производстве по умолчанию. (Частота 100 МГц, выходная мощность 1Вт, стерео, компрессор в режиме слабой компрессии, аудиодевияция — 68.25 кГц, усиление входного сигнала 10 дБ. При необходимости эти параметры можно настроить индивидуально так как будет описано ниже). Для настройки передатчика необходим приёмник, настроенный на ту же частоту что и передатчик. После включения передатчика на нужной частоте необходимо постепенно прибавлять громкость источника звука до тех пор, пока в приёмнике звук не начнёт искажаться (хрипеть). После этого немного эту громкость уменьшить — это и будет оптимальный уровень входного сигнала. Частота передачи может изменяться кнопками <F> и <F> с шагом 0.1МГц в пределах от 87.5 до 108 МГц.

## Установка выходной мощности

Значение выходной мощности устанавливается кнопками <P>, имеет 9 градаций, каждая из которых соответствует определённой мощности, приведённой в **Таблице 1**.

Таблица 1. Значение выходной мощности

Значение P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Мощность, Вт	0.2	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5

Включение режима стерео производится нажатием на кнопку MO/ST — на индикаторе появится точка. Повторное нажатие на эту кнопку приведет к переходу передачи в режим моно. Иногда это может быть необходимо для увеличения дальности передачи (меньше шумов в приёмнике при слабом сигнале). Для настройки остальных параметров необходимо войти в меню настроек. Для этого надо нажать на несколько секунд кнопку MO/ST. На индикаторе появятся дополнительные функции, описание которых приведено в **Таблице 2**. Перебор функций осуществляется нажатием кнопок <F>, перебор значений функций производится нажатием кнопок <P>.

## Настройка звука

Линейный звуковой вход имеет встроенные пассивные и активные сглаживающие фильтры для защиты его от высокочастотных помех, наводки от которых могут привести к ухудшению работы передатчика. Для обеспечения оптимального звучания, в передатчике предусмотрена установка параметров аттенюатора, компрессора, усиления входного сигнала и девиации звука.

### Аттенюатор

Аттенюатор необходим в случае, когда во избежание искажений звука и перемодуляции при большой амплитуде входного звукового сигнала надо ослабить его значение. Встроенный в передатчик аттенюатор имеет четыре значения коэффициента ослабления, соответствующие максимально возможным амплитудам входного сигнала - 190 мВ, 301 мВ, 416 мВ и 636 мВ.

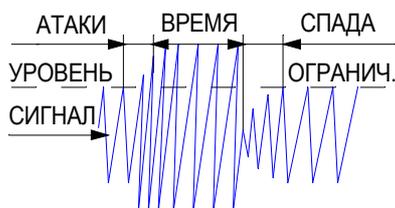
Программно значение этого параметра установлено таким, что максимальный уровень входного сигнала не должен превышать 636 мВ. Если ожидаемая максимальная амплитуда входного сигнала превышает это значение, то в этом случае необходимо последовательно с входами передатчика включить ограничительные резисторы.

### Компрессор

Компрессор звукового сигнала позволяет сократить его динамический диапазон - уменьшает пиковые значения амплитуды звукового сигнала и увеличивает уровень сигналов с малой амплитудой, другими словами усиливает сигнал ниже определённого порога и ограничивает сигнал выше определённого уровня ограничения.

На рисунке пример сжатия звукового сигнала с порогом -40дБ и усиления в 20дБ относительно несжатого сигнала. Для входных сигналов ниже порога в -40дБ, сигнал будет усилен на 20 дБ относительно несжатого сигнала, а сигналы, находящиеся выше порога, сжаты в соотношении 2:1 дБ - т.е. увеличение входного сигнала на каждые 2дБ приведет к возрастанию уровня выходного всего на 1дБ. Таким образом, в показанном примере динамический диапазон в 90дБ был уменьшен до 70дБ.

Компрессор передатчика имеет четыре программируемых параметра:



**Уровень ограничения** - определяет уровень, выше которого компрессор начинает ослаблять сигнал, а ниже которого — усиливать. Этот параметр лежит в пределах от -40 дБ до 0.

**Время атаки** - это время (в миллисекундах), которое проходит между превышением порогового значения и моментом срабатывания компрессора, находится в пределах от 0.5 до 5 мсек.

**Время спада** — это время (в миллисекундах), которое проходит между понижением уровня сигнала ниже порогового и моментом, когда компрессор перестает ослаблять сигнал, находится в пределах 100 до 1000 мсек.

**Усиление** — коэффициент усиления входного сигнала, который находится ниже уровня ограничения, может изменяться в пределах от 0 до 20 дБ.

Для упрощения настройки компрессора, в передатчике предусмотрен набор фиксированных настроек - для лёгкой компрессии, сильной компрессии и работы передатчика совместно с микрофоном. Значения параметров этих настроек приведены в **Таблице 3**.

Таблица 2. Меню дополнительных настроек

Функция	Показания индикатора	Значение функции
Компрессор звука	CP - OFF	Выключен
	CP - 1	Лёгкая компрессия
	CP - 2	Сильная компрессия
	CP - 3	Работа с микрофоном
Усиление	GaIn-0	Усиление 0 дБ
	GaIn-1	Усиление 5 дБ
	GaIn-2	Усиление 10 дБ
	GaIn-3	Усиление 15 дБ
	GaIn-4	Усиление 20 дБ
Девиация звука	A.-68.25	По умолчанию
Смещение частоты	dF	По умолчанию 0
Рефлектометр	AH	Настройка антенны
Режим индикатора	ds - On	Включен постоянно
	ds - OFF	Включается на 20 сек*
RDS	rdS-1	RDS включена
	rdS-0	RDS выключена

\* Для экономии энергии при автономном питании

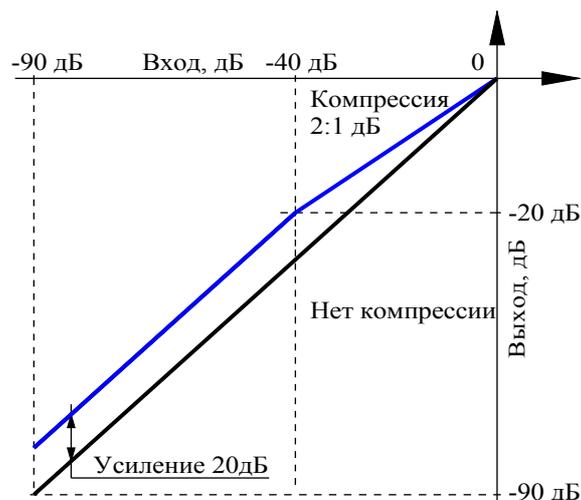


Таблица 3: Параметры компрессора

Установки компрессора	Индикатор	Порог срабатывания, дБ	Время атаки, мсек	Время спада, мсек	Усиление, дБ
Сильная компрессия	<b>CP-1</b>	- 40	5	100	***
Легкая компрессия	<b>CP-2</b>	- 15	0.5	1000	***
Работа с микрофоном	<b>CP-3</b>	- 25	3	350	***
Выключен	<b>CP-OFF</b>	-	-	-	***

\*\*\* Усиление устанавливается отдельно и может принимать 5 фиксированных значений — 0дБ, 5дБ, 10дБ, 15дБ и 20 дБ. Если компрессор выключен, то установкой этого параметра можно установить коэффициент усиления входного сигнала, который не будет ограничиваться компрессором.

### Предыскажения

В FM-вещании для уменьшения шумов применяют частотные предыскажения. В передатчике верха задираются - **pre-emphasis**, в приемнике обрезаются вместе с шумами - **de-emphasis**. Постоянная времени коррекции выбирается в зависимости от страны, в которой происходит вещание. В России и Европе постоянная времени коррекции принята равной **50 мкс** и в передатчике установлена программно.

### Параметры излучения

Параметры излучения приведены в **Таблице 4**.

**Девияция частоты** напрямую связана с громкостью сигнала в приёмнике. При её установке необходимо помнить, что сумма девиации звука, пилот - тона и RDS не должна суммарно превышать **75 кГц**, чтобы не нарушать стандарт, принятый в FM-вещании.

**Смещение частоты** - величина смещения частоты между той частотой, что на индикаторе в окне программы и той что в действительности. В некоторых редких случаях требуется калибровка этого параметра. По умолчанию он равен нулю.

Таблица 4: Параметры излучения

Параметр передачи	Индикатор	Значение
Девияция частоты	<b>A - 68.25</b>	0...90 кГц
Девияция пилот-тона	***	6.75 кГц
Частота пилот-тона	***	19000 Гц
Девияция RDS	***	2 кГц
Смещение частоты	<b>dS</b>	0.00 МГц

\*\*\* Установлено программно.

### Настройка антенны

*Дальность передачи зависит не только от выходной мощности передатчика, но и от согласованности антенны с высокочастотным кабелем (фидером). Поэтому перед началом работы антенну надо настроить. В работающем передатчике часть высокочастотной энергии, передаваемой в антенну, всегда отражается обратно. Отражённая волна ухудшает работу передатчика и может его повредить.*

*Поэтому использование антенны без предварительной настройки не рекомендуется. Для того, чтобы добиться минимального отражения энергии, антенну необходимо согласовать с высокочастотным кабелем (фидером), т.е сделать входное сопротивление антенны равным волновому сопротивлению кабеля — 50 Ом. Степень этого согласования характеризуется коэффициентом отражения **Wotr**.*

*Эквивалентное сопротивление антенны представляет собой последовательно соединённые активное и реактивное сопротивления. Компенсация реактивной составляющей позволяет уменьшить коэффициент отражения **Wotr**. Компенсировать реактивную составляющую можно путем изменения геометрических размеров антенны, подключению к ней индуктивных и ёмкостных элементов.*

Встроенный в передатчик рефлектометр позволяет найти минимум отражённой волны в процессе настройки антенны на необходимой частоте. Для этого надо подключить антенну к передатчику и в меню настроек найти функцию **АН.-\*\*\***. При этом установится мощность передатчика равной 1Вт. \*\*\* - это число, которое прямо пропорционально величине отражённой волны. При настройке антенны необходимо добиться минимально возможного значения этого числа, что будет соответствовать максимальной дальности передачи с данной антенной. Если произошёл обрыв антенны или она оказалась неподключена, то выходная мощность падает до нуля, а на индикаторе вместо указания выходной мощности мигает надпись **АН**. В этом случае надо выключить передатчик, устранить неполадку с антенной и снова включить.

## RDS...

**RDS** (*Radio Data System*, англ.) - многоцелевой стандарт, предназначенный для передачи информационных сообщений по каналам радиовещания в FM-диапазоне. Наиболее широкое применение этот метод нашёл в автомобильных приёмниках для отображения на их дисплеях сопутствующей радиопередачам информации, передаваемой радиостанциями.

В передатчике имеется возможность самостоятельно запрограммировать имя радиостанции, которое будет передаваться по **RDS**. Для этого надо войти в меню настроек (несколько секунд удерживая кнопку **MO/ST**), кнопками **<F>** найти там функцию **rdS**, кнопками **<P>** установить её в положение **On**, затем нажать на кнопку **MO/ST** — на индикаторе появится меню программирования символов, которые необходимо передавать по RDS: **L1-\*\*\***, где **L1**-ячейка памяти, в которой будет храниться числовой код первого символа, **\*\*\***- числовой код символа. Кнопками **<P>** надо выбрать соответствующее этому символу число и нажатием на кнопку **ST/MO** записать его в ячейку памяти — на индикаторе на несколько секунд появится надпись **SAVE**, свидетельствующая об успешной записи символа. Затем нажатием кнопки **P** необходимо перейти к записи второго символа **L2** и так до **L8**. После записи всех символов, нажатием кнопки **ON/OFF** надо выйти из меню записи символов RDS в меню дополнительных настроек. Повторное нажатие кнопки **ON/OFF** приведёт к выходу из меню дополнительных настроек и переходу передатчика в основной режим. Числовые коды символов приведены в **Таблице 5**.

Таблица 5. Числовые коды символов

Символ	Код										
!	33	1	49	A	65	Q	81	a	97	q	113
"	34	2	50	B	66	R	82	b	98	r	114
#	35	3	51	C	67	S	83	c	99	s	115
\$	36	4	52	D	68	T	84	d	100	t	116
%	37	5	53	E	69	U	85	e	101	u	117
&	38	6	54	F	70	V	86	f	102	v	118
'	39	7	55	G	71	W	87	g	103	w	119
(	40	8	56	H	72	X	88	h	104	x	120
)	41	9	57	I	73	Y	89	i	105	y	121
*	42	:	58	J	74	Z	90	j	106	z	122
+	43	;	59	K	75	[	91	k	107	{	123
,	44	<	60	L	76	\	92	l	108		124
-	45	c	61	M	77	]	93	m	109	}	125
.	46	с	62	N	78	^	94	n	110	~	126
/	47	?	63	O	79	_	95	o	111		
0	48	@	64	P	80	`	96	p	112		

### Комплект поставки

В комплект поставки входит передатчик, блок питания, аудиошнур, антенный разъём. Отдельно возможна поставка передающей антенны.

### Полная структура управления передатчиком

