

Первое DDC/DUC радио от Xiegu

Было SDR X6100



Стало DDC X6200



Эволюция или революция портативного
трансиверостроения?

ОКБ «NanoVHF» (R1CAU)

г.Санкт-Петербург, Август 2024г.

Примечание: статья не является коммерческой или заказной! Это частное мнение автора, которое может не совпадать с вашим. Статья написана по следам общения в РЛ чатах о выборе нового китайского трансивера за небольшие деньги с целью помочь понять публике, что там китайцы опять такого наваяли и чем новый **Xiegu X6200 отличается от многим уже любимившимся трансивера **Xiegu X6100**.**

ВНИМАНИЕ! Ещё один обзор на трансивер Xiegu X6200 в ближайшее время должен появиться на сайте Дениса [Радиочифа](#)

Введение.

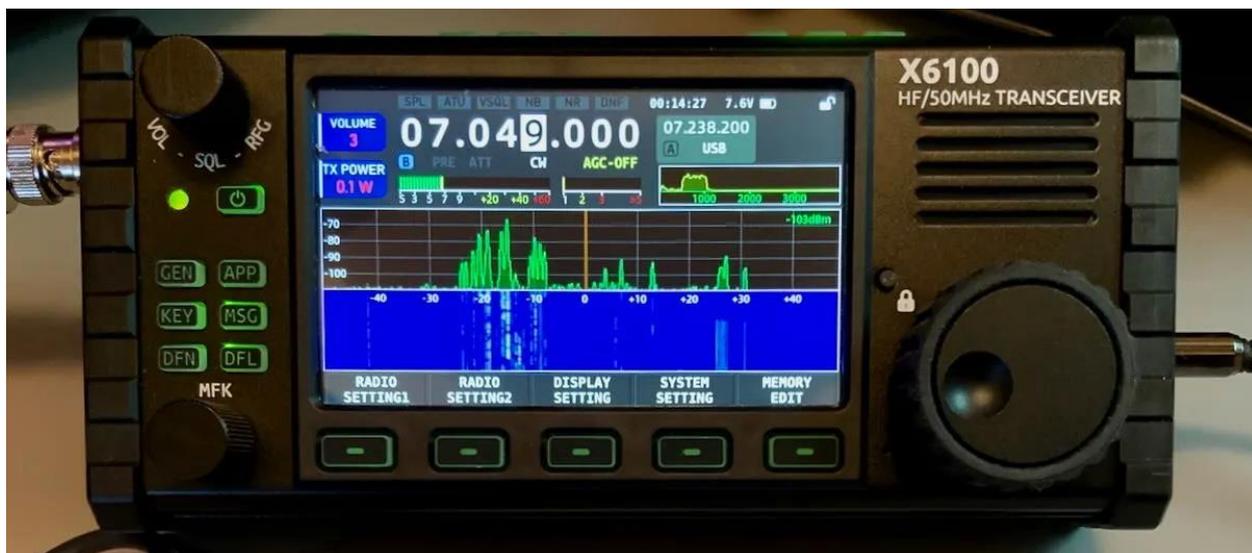
Уже как 2 с половиной года компания **Xiegu** озадачилась изготовлением трансиверов портативного формата. Представителем первого поколения является известное радио **Xiegu x6100**. На момент своего появления, 2 года назад, это было практически единственное фирменное портативное SDR радио в формате всё в одном: и полноценный трансивер с панорамой, и автоматический тюнер, и встроенные батареи и микрофон в корпусе с кнопкой РТТ. Автор акцентирует внимание на том, что радио именно портативного типа, т.к. оно позволяет, держа радио в руках как портативную УКВ рацию разговаривать на КВ диапазонах. Почему оно единственное? Формально, оно, конечно, не единственное, т.к. в мини-формате представителей супергетеродинного парка трансиверов довольно много, в т.ч. и по технологии SDR (Elcraft KX2/3, M0NKA), но, вот, по совокупности параметров – единственное. И вот, лето 2024 ознаменовано выходом в свет нового изделия от компании **Xiegu** – трансивер **Xiegu X6200**. Это следующий шаг и логическое продолжение **X6100** на новой схемотехнической базе. Об этом немного далее и порассуждаем.

Эволюция или революция в SDR трансиверостроении от **Xiegu**...?

Вопрос истории развития радиотрактов автор поднимал в статье [«**DDC-radio Торжество технологий**»](#) ещё 12 лет назад. Но тогда вопрос касался первых шагов цифрового трансиверостроения, пионерами направления, компании FlexRadio. По прошествии 12 лет технологии далеко шагнули не только в размерах, энергопотреблении, но и тем, что производить высокотехнологичные трансиверы стали уже наши Китайские братья. И не просто производить, а делать маленькие портативные радио, которые всегда с собой. И не просто с собой, а ещё и стоят не сильно дорого. 20 лет назад, первыми этот флаг несла компания Yaesu с её уникальным радио FT-817, который в народе прозвали «Праздник, который всегда с собой». И хоть компания Yaesu перестала выпускать этот трансивер, сегодня этот флаг (по скромному мнению автора) вполне несут себе компания **Xiegu**.

В своей [первой статье](#) на тему трансиверов «**Xiegu - что там китайцы наваяли**» полтора года назад автор описывал всю линейку трансиверов **Xiegu**, включая и новый тогда трансивер **X6100**. Для понимания куда китайцы продвинулись в развитии с трансивером **X6200**, я дам кратко выдержки из первой статьи о трансивере **X6100** с имеющимися на 2024 год дополнениями, т.к. **X6200** является дальнейшим развитием портативной темы.

Xiegu X6100



Изделие **Xiegu X6100** – попытка **Xiegu** угнаться за изделием **ICOM IC-705** и на волне популярности 705 развиться немного баблешком с не совсем нищих, но изрядно оскудевших радиолюбителей – так автор охарактеризовал бы это изделие. Таким же изделием является и новый DDC трансивер **Xiegu X6200**



В большую продажу в России трансивер вышел весной 2022 года. Бета-тестеры и блогеры-обзорщики по всему миру получили первые изделия в конце 2021 года, чем вызвали интернете не только неподдельный интерес к этому неоднозначному изделию, но и бурю как положительных, так и отрицательных эмоций.

Отрицательных – в основном за счёт того, что первая альфа-прошивка на обзорных трансиверах была сильно корявой. Это был натуральный ужас-ужас!

За зиму-весну производители трансивера программное обеспечение существенно допилили и автор этих строк, купив свой **X6100** летом этого (2022) года, оказался вполне доволен качеством работы трансивера. Выполнен трансивер в качественном металлическом корпусе формата «очень большая портативная станция». Абсолютно отсутствуют ощущения, что это колхозная поделка уровня подделок на поддельные трансиверы M0NKA. Скорее, вызвал уважение... О-о-о... Китайцы уже и так могут?

- **Неплохо, совсем неплохо!**

Xiegu X6200



Трансивер вышел совсем недавно и автору посчастливилось получить на руки это радио одним из первых. Непередаваемые эмоции... Новое радио порадовало ещё больше, чем 2 года назад **X6100**. Выполнено ещё более качественнее, софт сильно переработан в лучшую сторону. И опять можно воскликнуть: **китайцы умеют удивить!**

Большой 4.3" экран разрешением 800x600 точек с большой панорамой – это явная гонка за ICOM-705. Только в этом трансивере нет УКВ и ДЦВ диапазонов, зато есть автоматический тюнер, которого нет в 705-ом.

Что мы имеем из плюсов у обоих трансиверов:

- Огромный экран – большая панорама с водопадом, хорошо читаемые цифры.
- Операционная система LINUX с альтернативным ПО и возможностью запустить софт для DIGI-mode прямо на трансивере.
- Встроенный автоматический тюнер – работа в эфире с любыми антеннами, вплоть до портативных в ручном режиме. В тематической группе Facebook показано много примеров особых любителей портативных связей.
- У **X6100** встроенный аккумулятор. Не сильно долго работающий, всего 2...3 часа, но для выхода в ближайшее поле вполне подходит. У х6200 в этом вопросе есть прогресс, свежий АКБ тянет работу на приём уже в течении 4х часов и аккумуляторная батарея съёмная! Т.е. можно докупить второй и третий АКБ про запас, если планируется долгая работа в эфире с вылазкой на природу. А главное – аккумулятор очень лёгкий!
- Работа в полностью портативном режиме «с руки», есть встроенный микрофон. Т.е. как с портативной станции, но с очень большой антенной. Вопрос удобства такой эксплуатации оставляю открытым к обсуждению, но как показывает практика любителей погулять в горы и парки с портативными КВ антеннами (всякие SOTA, POTA), способ подобного общения имеет место быть весьма популярный.
- Валкодер сделан не из дешёвого 24/32 импульсного «мусора» непонятного происхождения, а являет собой полноценный оптический валкодер на 64/128 импульсов.
- Всё, что нужно для телеграфа, широкий спектр настроек электронного ключа, включая встроенный декодер телеграфа.
- Всякие программные фишки типа синхронизации времени по Wi-Fi, подключения ВТ-клавиатуры, наличие в перспективе, работающей Bluetooth гарнитуры и ещё теоретически много чего, ибо на борту полноценный LINUX компьютер, а не дохленький микроконтроллер. Новый **X6200** умеет так же и в FT-8.
- Цена! На 2024 год, 47 тысяч рублей за **X6100** против 125 тысяч за ICOM IC-705 при том же, или, даже чуть меньшим форм-факторе и 65тысяч за новый DDC-трансивер **X6200**.

Из минусов:

- Малое время работы от АКБ. Для подобного формфактора трансивер довольно прожорлив, 2...4 часа работы не позволят полноценно сходить в долговременный поход без нагрузки дополнительным АКБ. От коллеги Девида Файницкого (N7DDC) есть мод по подключению 2х плоских АКБ и дополнительного самодельного навеса для х6100. Для нового х6200 этот вопрос уже проработан более правильно. АКБ у **X6200** съёмный и можно докупить дополнительные АКБ на случай нехватки времени работы от комплектного АКБ.
- Для **X6200** минус условный – трансивер сильно свежий, а потому все функции, которых заложили в него «на перспективу» типа работы через WiFi и с ВТ-гарнитурами у него не работают до сих пор. В будущем это всё поправят. Вопрос, лишь в том, когда это будущее наступит? Для **X6100** уже всё что было заложено – допилено, для тех кому «мало» существует альтернативная прошивка от Олега R1CBU и сызнава вписался в поддержку популярного аппарата ещё и Георгий R2FRE. (см. [ТЕМУ](#) на сайте cqham.ru)
- Аппаратная начинка **X6200** на сегодняшний день актуальна, но у **X6100** как показала практика работы и написания альтернативного софта довольно слабая.
- У **X6200** небольшое число точек FFT; минимальное количество настроек спектра и панорамы. Ограничение, вызванное желанием сэкономить на производительности. У **X6200** с этим вопросом хорошо поработали, и панорама получилась сильно лучше.
- Оба трансивера ощутимо греются при внешнем питании. Решается отключением режим зарядки из меню. «CHARGER OFF»

Рассуждения у парадного подъезда

Первый и главный вопрос: среди множества небольших портативных радио почему стоит обратить внимание на **Xiegu X6200**, немного разориться на довольно приличные деньги и купить в компании Xiegu.ru новый, практически сырой, никому не известный трансивер?

Итак, чтобы понять, на что или кого компания **Xiegu** делает упор, давайте немного порассуждаем.

Радио относительно маленькое, носимое, считайте портативное – это значит, что основной интерес оно будет представлять для любителей выехать или выйти пешком на природу, раскинуть по кустам/деревьям или поставить из удочек не хитрые антенны и пообщаться в эфире в горах под синим небом, за чарочкой шашлыка, из кабины автомобиля или даже с велосипеда (дополните своё). Относительно небольшая мощность, характерная для портативных радио, ограничивает голосовые виды связи и основной упор делается на цифровые виды связи и телеграф.

Поразмыслив немного, давайте определимся, чего бы нам хотелось сегодня от радио:

- **Радио должно быть современным**

Практически все модели трансиверов с классическим супергетеродинным трактом сегодня (в 2024 году) имеют свою схемотехнику аж с прошлого века. Более того, многие модели подобных ради уже давно не выпускаются или выпускаются с оцифровкой по ПЧ. На сегодня выбор ограничен моделями SDR-трансиверов первого поколения с низкой ПЧ и трансиверами с прямой оцифровкой, т.н. SDR-технология второго поколения.

Среди фирменных трансиверов «первое поколение SDR» не представлено, зато довольно большой парк полу-самодельной техники, в т.ч. из Китая. Прежде всего это широко известные трансиверы за авторством коллеги MONKA и их многочисленные клоны из поднебесной; известный и популярный в отечественных кругах трансивер Маламут, архи-дешёвый трансивер uSDX, трансиверы QCX/QMX, Discovery и большое представительство компании **Xiegu** в лице **Xiegu G90, G106, X6100** – главное их достоинство – это относительно низкая цена по нынешним меркам, а значит – доступность не особо богатому среднему радиолюбителю.

«Второе поколение SDR», т.н. DDC-трансиверы представлено как фирменным составом двумя из «трёх китов»: ICOM IC-7300, IC-705, Yaesu FT-710, так и полусамодельными изделиями так же в т.ч. из Китая – это трансиверы Wolf,

Маламут М2, Сокол. И наконец компания **Xiegu** выпустила в этом году свой DDC трансивер **X6200**

- **Радио должно уметь отображать панораму спектра**

Отображение панорамы не является чем-то необычным на сегодняшний день, но это прерогатива современных высокотехнологичных SDR-трансиверов первого и второго поколения, а не простых супергетеродинных радио на 3х микросхемах. Их списка SDR первого поколения нет панорамы только у трансиверов uSDX в силу их максимальной простоты и у трансиверов QCX/QMX в силу концепции построения железа с минимальным энергопотреблением и экстра-миниатюрным конструктивом. Из фирменных портативных аппаратов остаётся трансивер Discovery – SDR первого поколения со своими косяками и нереально завышенной ценой и трансиверы **Xiegu X6100** - так же, SDR первого поколения – относительно дешёвый и **Xiegu X6200** – самый высокотехнологичный из сегодняшних аппаратов по технологии DDC, но не совсем дешёвый.

- **Радио должно иметь автоматический тюнер**

Наличие автоматического тюнера в портативном радио даёт большое преимущество относительно аналогичных радио, но тюнер не имеющих. На прогулке любой гвоздь, любая проволочка или даже зонт могут стать вполне себе приличной антенной. В **Xiegu X6100** и **X6200** тюнер есть, а вот в похожем Discovery и дорогом IC-705 его нет!

- **Радио должно быть с хорошей автономностью**

Для портативного радио наличие встроенной батареи питания является как бы вопросом дискуссионным. С одной стороны, те кто ходит в походы, лишняя батарея – это лишний объём и груз, с другой, встроенная батарея – это некое ограничение по автономности, завязанное на объём батареи, предоставленной заводом. По мнению автора, встроенная батарея, такая как присутствует на трансиверах **X6100** и **X6200** – это несомненный плюс. **X6200** в режиме приёма живёт аж 4 часа! Если вы решили с собой в поле тащить с трансивером другой фирмы аккумулятор формата SF1207 массой в пару кило, то его можно тащить и как дополнительное питание к **X6100/X6200**, но если нести лишние тяжести вам лень, то **X6100/X6200** вы можете взять с собой, а вот Discovery и QCX/QMX отважно останутся в одиночестве дома, будут ждать вашего возвращения и грустить.

- **Радио должно быть доступно по цене**

По мнению автора – это главный критерий выбора того или иного радио. Если вы можете себе позволить ICOM IC-705, то и опробовать новый х6200 вы вероятнее всего тоже сможете. И если у вас денег хватило на относительно недорогой и оттого популярный Xiegu G90, то есть смысл немного поднапрячься и подсобрать денег на новое радио последнего поколения. uSDX при этом выкидываем в мусорку, QCSX/QMX оставляем в ящичке или ставим на полочку, а Discovery продаём и на эти деньги покупаем **Xiegu X6200** :) Дальше, автор объяснит почему....

- **Радио должно иметь широкий функционал**

Несомненным лидером в плане функционала являются современные и высокотехнологичные фирменные трансиверы ICOM, но надо помнить, что за это мы платим ценой! 150 тысяч рублей за импортозамещённый ICOM IC-705 в магазине [LEDCAM](#) могут позволить себе не только лишь все, но каждый из немногих радиолюбителей это может себе позволить. Технологии SDR и SDR-DDC сегодня позволяют на КВ диапазонах слушать всё и вся, а некоторые аппараты, такие как **X6200** настолько мощные, что умеют декодировать на лету и FT8. В то же время, хотелось бы иметь возможность послушать и вещательные станции и, может быть, кто увлекается приёмом переговоров пилотов в авиационном диапазоне. За вменяемые (относительно стоимости IC-705) **X6200** и это умеет!

Техническое описание или введение в ЦОС (цифровую обработку сигналов)

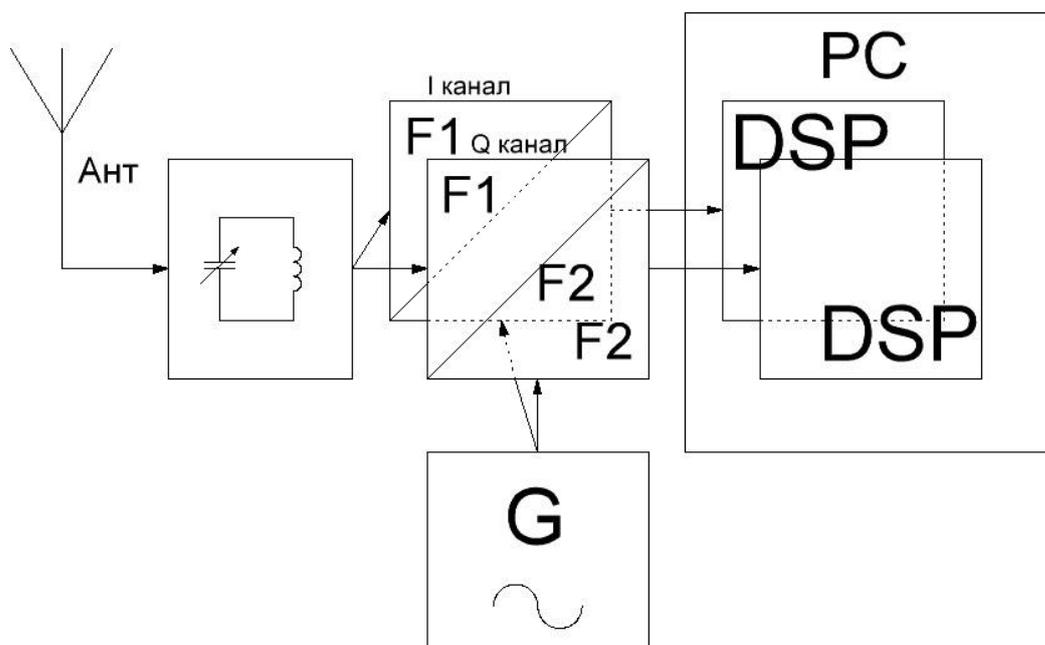
Подробнее об аппаратном исполнении трансиверов X6100 и X6200.

Для тех, кто не знаком с новыми веяниями в области проектирования современных цифровых трансиверов, автор берёт на себя смелость попытаться кратко, т.е. «на пальцах» представить теорию работы SDR трансиверов первого и второго поколений.

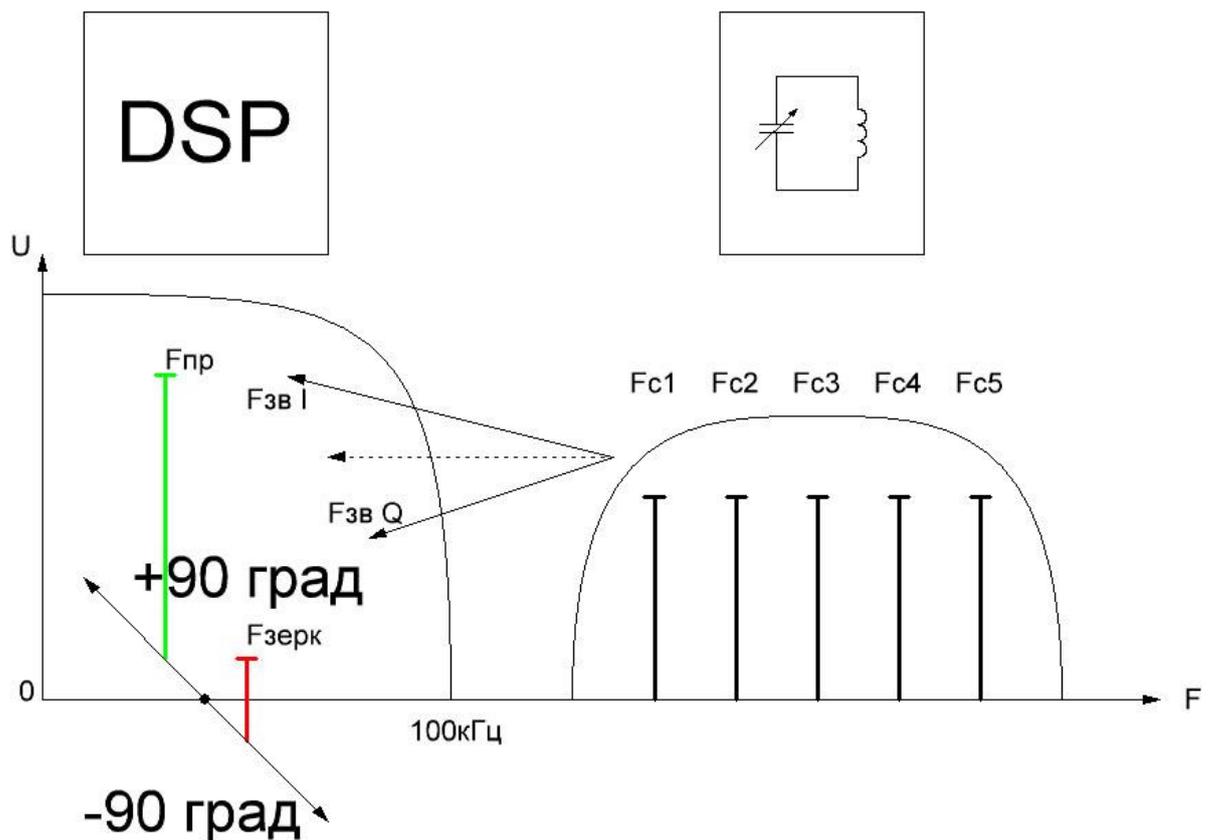
- **Xiegu X6100 – старый знакомый SDR, но автономный**

Приёмно-передающая часть трансивера выполнена по технологии SDR первого поколения

Практически все трансиверы фирмы **Xiegu** кроме **X6200** сделаны по единой схемотехнике SDR т.н. первого поколения.



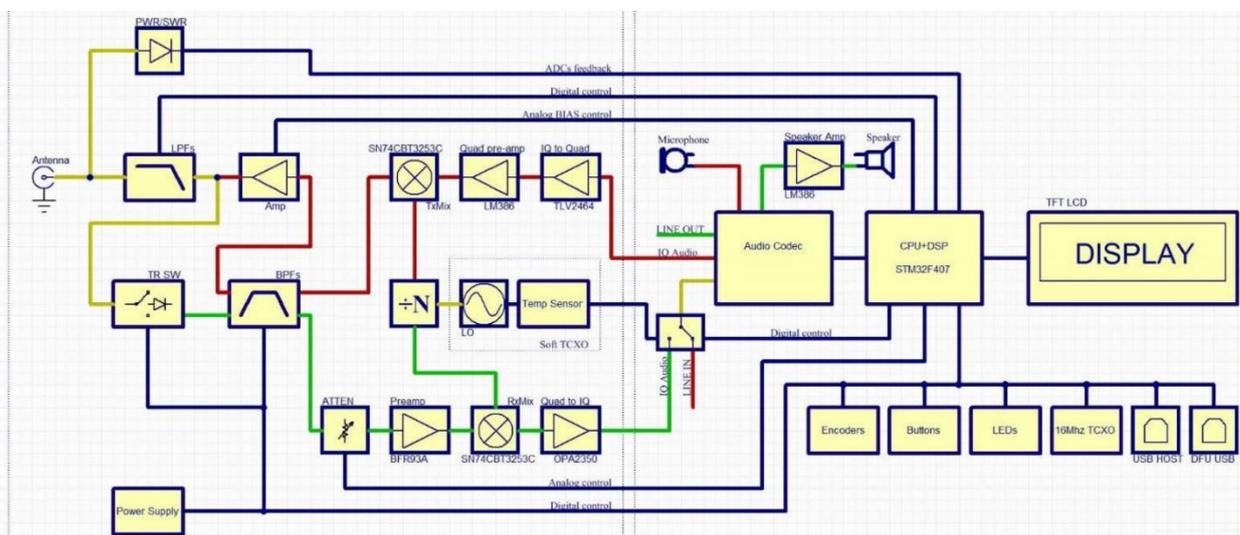
С помощью единственного смесителя сигнал переносится с радиодиапазона на низкую ПЧ (0-100кГц) и оцифровывается с помощью специальной микросхемы кодека звука, а дальше программными методами демодулируется нужная полоса частот с нужным видом модуляции в мощном микропроцессоре серии STM32. Вот так, всё просто в теории.



В реальности, всё происходит немного сложнее. Для вычисления фазовым методом требуется пара максимально идентичных каналов приёма по фазе, сдвинутых на 90 градусов. В результате преобразования сигнала в 2-х каналах мы имеем зеркальный канал, отстоящий на 180 градусов относительно прямого канала и легко задавливаемый программными методами на $-100\dots-140\text{дБ}$. Ещё проще получается селекция сигнала по соседнему каналу. При использовании ЦОС, уровень подавления соседнего канала примерно равен динамическому диапазону АЦП DSP - т.е. легко укладывается в цифры $-100\dots-120\text{дБ}$ с коэффициентом прямоугольности фильтра очень близким к 1. Достичь подобных цифр подавления при использовании аналоговых фильтров в принципе невозможно. Для сравнения, подавление соседнего канала хорошим кварцевым фильтром на уровне -60дБ происходит при отстройке на $1\dots 2\text{kHz}$. В программном фильтре подавление на -100дБ происходит при отстройке всего на $50\text{-}100\text{Гц}$. Это разница хорошо заметна в случае, когда соседний сигнал идёт с уровнем $9+40\dots+60\text{дБ}$. На классическом аналоговом трансивере вы теряете эфир, пока не отстроитесь от такого соседа примерно на $5\dots 25\text{kHz}$. При использовании SDR-трансивера, сузив программный фильтр на $50\text{-}200\text{Гц}$, вы мешающий сигнал практически перестаёте слышать. Наличие всего одного смесителя в тракте обработки сигнала, существенно повышает «прозрачность» эфира. Вы слышите самые слабые сигналы и легко их разделяете с самыми сильными, вы слышите ушами «глубину» и чувствуете «динамику» радиоэфира. А комплексная работа со всеми сигналами в полосе

100кГц позволяет графически легко развернуть спектр полосой до 200кГц в реальном масштабе времени и сделать с ним то, что вам заблагорассудится. Никакая классика не способна на такое при аналоговой обработке сигналов!

Т.о. все трансиверы **Xiegu** работают на ПЧ=0. Не на низкой (ультразвуковой) ПЧ, как это следовало бы делать (см структуру построения Flex SDR-1000 и M0NKA), а именно нулевой. Выбор ПЧ немного странный, но сделан он, вероятно, в силу относительной простоты математики программной обработки сигналов. А может быть, программисты Xiegu просто не знают, что так можно делать и что было бы более правильным решением. Ну да-ладно, до них уже неоднократно было доведено, как делать надо правильно – они отказались, сославшись на «невероятную сложность». Дело было 2 года назад и сегодня, новый **x6200** вобрал в себя все рекомендации и исправил множество багов, присутствовавших в первых версиях прошивки на **X6100**. Другое дело – аппаратная начинка. Технология SDR т.н. первого поколения, работающая на ПЧ=0, имеет как плюсы, так и известные минусы. Структурная схема не оригинальная, но максимально приближена ко всем схемам построения трансиверов Xiegu и, практически 1:1 совпадает с трансивером G90, а вот вычислительная часть сделана интересно. Основой трансивера является микрокомпьютер, на котором крутится ОС LINUX, являющаяся одной отдельной сущностью, а ВЧ-часть со своим микроконтроллером – второй отдельной сущностью.



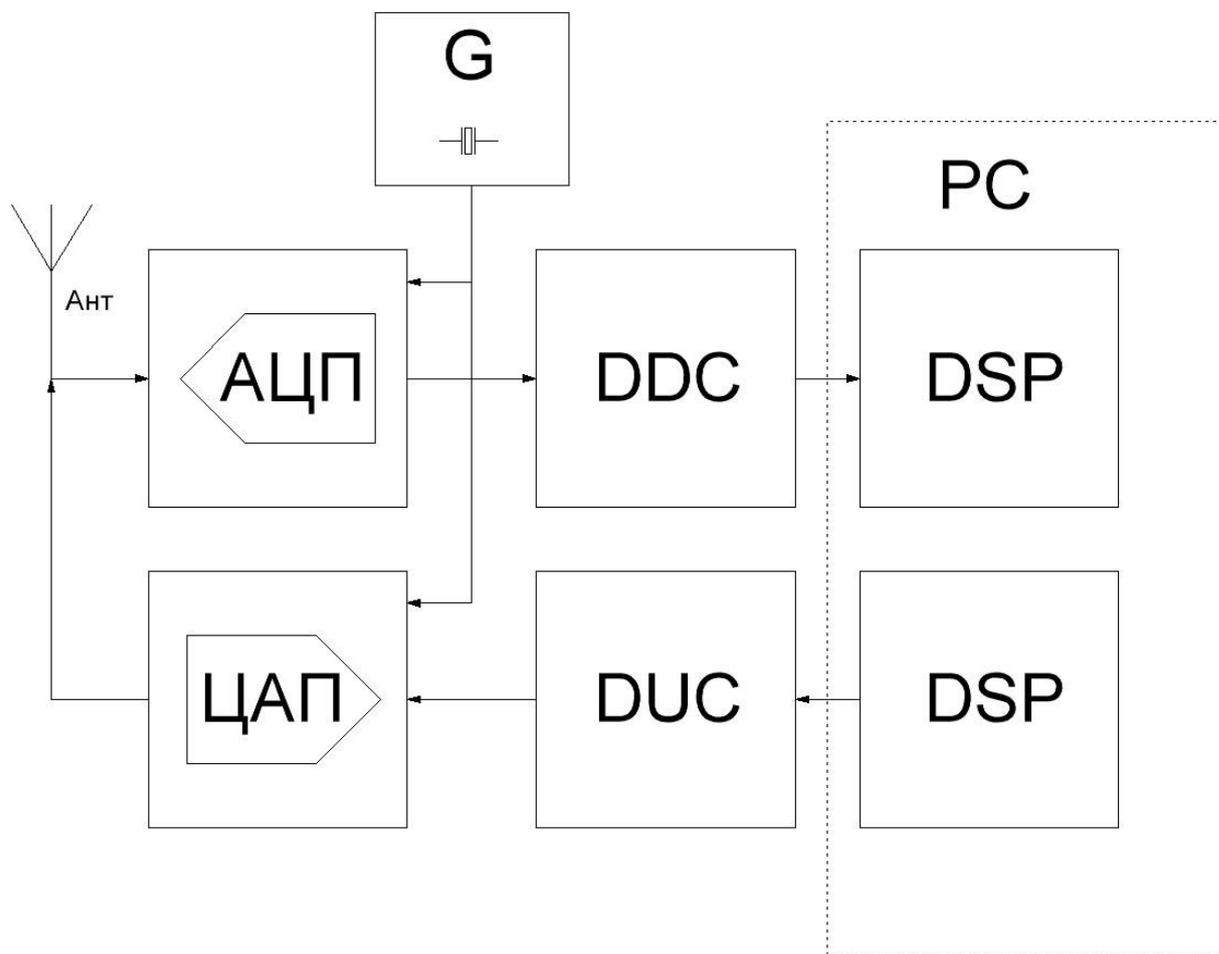
Тут мы выходим на зыбкую почву домыслов, почему авторы трансивера заложили довольно слабый процессор для подобного изделия. Вызвано это было желанием сэкономить на конечной стоимости трансивера? Так сэкономили на копейках! Можно было за не сильно БОЛЬШИЕ деньги поставить что-нибудь помощнее. Или же сэкономили на энергопотреблении? Тогда вопросов нет. А может, и то, и другое сэкономили. Как бы то ни было, энтузиасты умудряются запускать под Linux ещё и программу работы

популярной модой FT8/JT65 без подключения дополнительного компьютера, но на большее ресурсов уже не хватает.

- **Xiegu X6200 – вершина эволюции автономного радио**

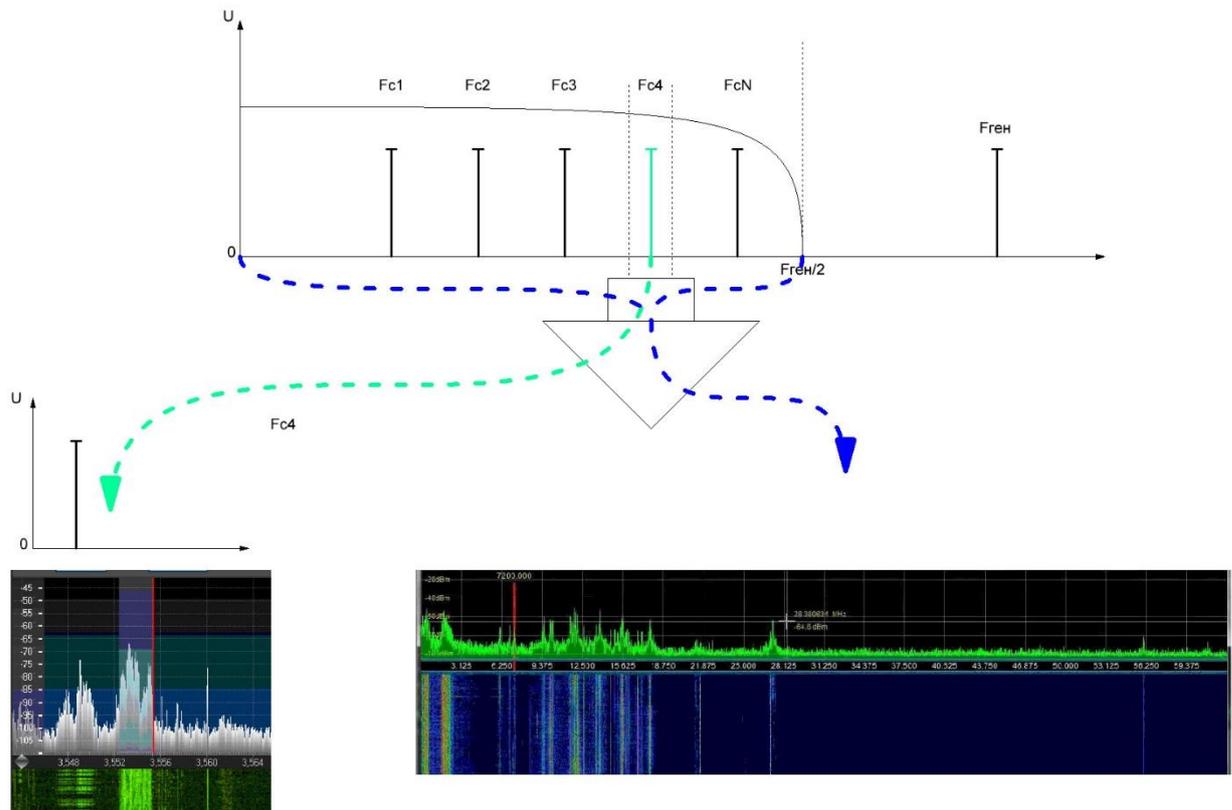
Кратко о том, что такое DDC-технология.

В архитектуре DDC мгновенно оцифровывается весь спектр сигналов от 0Гц до частот, которые способна обработать микросхема АЦП. Самые современные микросхемы АЦП на сегодня могут работать в полосе до 1ГГц, но их стоимость сегодня пока очень высока. В тоже время, наиболее ходовые и относительно дешёвые микросхемы АЦП оцифровывают спектр полосой от 0Гц до 60...100МГц, что для радиолюбительских задач вполне подходит.



После оцифровки спектра сигналов в полосе 0Гц - 30...60МГц на выходе микросхемы АЦП получается очень большой цифровой поток данных, который протолкнуть в компьютер для обработки не представляется возможным, да это и не нужно в 98% случаев. Потому, непосредственно за микросхемой АЦП стоит высокоскоростная микросхема ПЛИС, которая способна обработать очень большие потоки информации. В ней программным способом реализован алгоритм DDC\DUC, т.е. цифровой понижающий или повышающий конвертер. Цифровой понижающий конвертер производит

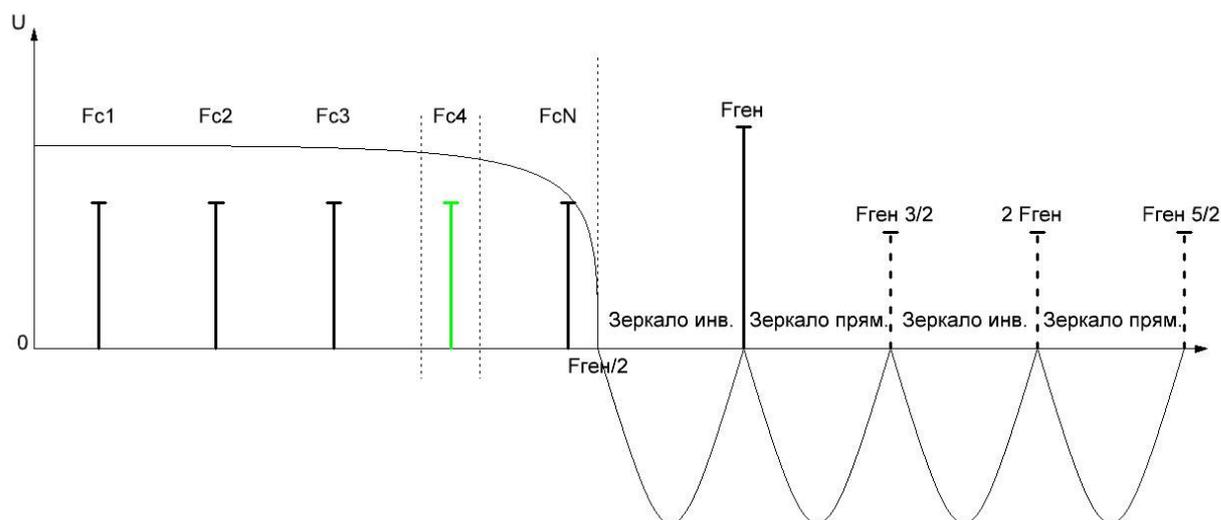
выборку спектра необходимой полосы и передачу его в компьютер для обработки - т.е. создаётся цифровой поток существенно меньшей полосы и скорости. В компьютере происходит программная обработка потока методами ЦОС и конечная демодуляция сигнала. В практической деятельности очень редко возникает необходимости работать со всем спектром сигналов в полосе 0Гц - 30...60МГц. Максимальные полосы, которые нам нужны для обработки — это 10...50 кГц для демодуляции АМ, ЧМ сигналов и 3...5 кГц для SSB сигналов.



Какие ограничения имеет архитектура DDC? Принципиальное ограничение есть, но оно одно – это разрядность АЦП. Если частотный диапазон работы АЦП сегодняшнего дня простирается до нескольких гигагерц, то разрядность АЦП - 16 бит – это практический потолок, доступный для покупки даже за очень большие деньги. 18-ти, а тем более 24-битные микросхемы АЦП с полосой больше нескольких сот килогерц – это что-то сильно секретное, т.е. военное, а значит для коммерческого применения закрытое. Напротив, чипы АЦП с разрядностью 10/12/14 бит и частотным диапазоном до 30...100МГц свободно можно найти на рынке за вменяемые деньги. От разрядности АЦП напрямую зависит динамический диапазон. Верхняя цифра динамического диапазона привязана к напряжению питания микросхемы АЦП. Нижняя граница ДД - привязана к собственным шумам входных элементов микросхемы, от которых, собственно, зависит чувствительность приёмного тракта. Для 16-битного АЦП теоретический предел ДД составляет 96дБ. Это

означает, что при пороговой чувствительности приёмника в 1мкВ максимальный уровень входного сигнала составляет всего 70мВ. Этот уровень ДД сверху соответствует радиоприёмному устройству не самого высшего класса и даже не среднего. Для радиоэфира сегодняшнего дня, где уровни сигналов с антенны может достигать сотен милливольт, а 70мВ – это посредственный уровень. Для сравнения, ДД 14-битного АЦП составляет уже 84дБ, что при чувствительности в 1мкВ составляет максимальный сигнал 15мВ, а ДД 12-битного АЦП будет примерно 70дБ или 3мВ, что совсем печально. Выход из этого скверного положения есть — это понижение ДД снизу, используя методы программной передискретизации. Так можно улучшить эквивалентную динамику до 120...130дБ и чувствительность поднять примерно до 0,05мкВ. Причём, уже есть примеры, когда люди принимают сигнал по «водопаду» с большим количеством точек БПФ, хотя ни в наушниках, ни на панораме сигнала не видно, или другой пример, когда установив очень большое количество точек на БПФ фильтра телеграфа, удавалось прослушать такие сигналы, которые на экране панорамы не отображались. Другой метод улучшения параметров, аппаратный – это применение на входе АЦП регулируемого блока усиления и ослабления – DVGA (Digital Variable Gain Amplifiers), связанный программно с блоком DSP. Особенно это актуально для «урезанных» в битах АЦП. А также применение блоков узкополосной предварительной селекции.

Как говорилось выше, в архитектуре прямой оцифровки сигнала отсутствуют физические преобразования сигнала, а значит и побочные каналы приёма. В архитектуре DDC зеркальные каналы приёма, по идее, должны отсутствовать. И действительно, все побочные каналы приёма, присутствующие в радиоприёмниках супергетеродинного типа, - в DDC-приёмниках отсутствуют как класс. Однако, фундаментальный принцип оцифровки требует применение тактового генератора с частотой в 2 раза выше максимальной частоты оцифровки. (О теореме Котельникова и цифровой обработке сигналов в целом вы можете ознакомиться в учебниках по ЦОС, которые легко найти в интернете.) Это влечёт за собой появление зеркальных каналов приёма относительно половины частоты дискретизации, 1.5 частоты дискретизации и т.д. до тех пор, пока паразитные реактивные элементы входного каскада АЦП не начнут давить входной сигнал или уровень преобразования не упадёт до пренебрежимо малых значений. Эти полосы приёма называются «полосами Найквиста». Каждая нечётная полоса имеет инвертированный спектр, а уровень преобразования падает на несколько дБ. Обычно, максимальная полоса ограничена 5-ю...7-ю полосами Найквиста, и составляет 300-500МГц для микросхем, применяемых в DDC-приёмниках.



С одной стороны, наличие зеркальных полос — это недостаток. В любом случае - нужно ставить цепи предварительной селекции. Минимум - ФНЧ с частотой среза половины частоты тактирования, максимум — полосовые диапазонные фильтры. С другой стороны - этот недостаток предоставляет технологическую возможность простыми средствами реализовать не только приём на КВ диапазоне, но и на УКВ и даже на ДЦВ диапазонах. Необходимо всего лишь делать сменные диапазонные полосовые фильтры с МШУ, полосами равными половине тактовой частоты.

Этот принцип реализован в трансивере **X6200** для приёма вещательных станций на второй полосе Найквиста и приём авиационного диапазона 118-136МГц на третьей зеркальной полосе. Почему при этом нельзя было сделать ещё и приём 2м радилюбительского участка — остаётся загадкой.

Почему DDC-трансивер лучше трансиверов с IQ и ПЧ=0

С тем что такое DDC теперь вроде бы всё стало ясно, но что же это даёт нам в действительности, по сравнению с тем, что было в X6100, G90 и др. трансиверов SDR первого поколения? А даёт это очень и очень многое, за что есть смысл переплачивать!

- 1) Первое, визуальное – полоса обзора теперь больше и отображение спектра сделано теперь сильно лучше.** 2 года назад, когда автор текста познакомился с **X6100**. Первое недоумение вызвала именно панорама спектра в режиме ZOOM. На узкой полосе обзора с увеличением до 4кГц весь спектр состоял полностью из квадратиков. Это было крайне невразумительное зрелище! Полоса обзора у **X6100** ограничена и присутствует всего 2 масштаба спектра – это 48к и 96к. Это ограничение связано с применением стандартного НЧ аудиокодека. В новом **X6200** этих ограничений нет и полосы обзора теперь составляют 48/96/192/384кГц. Большим плюсом ко всему этому стало то, что Китайские программисты наконец научились делать правильный масштаб и увеличение спектра в режиме CW до x8 теперь выглядит на **X6200** вполне читабельным, а не теми квадратиками, как это было на **X6100**. А также ввели несколько настроек по отображению спектра и водопада. По мнению автора, после его длинной технической переписки с компанией **Xiegu** 2 года назад на тему качества визуальной работы **X6100** – это очень и очень большой прогресс!!!
- 2) Отсутствие звуковых артефактов при перестройке частоты и отсутствие грязных артефактов, связанных с работой синтезатора.** Дело в том, что синтезатор частоты трансивера **X6100** выполнен был на дешёвом синтезаторе Si5135 и потому на спектре наблюдалось много поражённых частот. С ними жить можно, они уровня небольшого, но зарубежные пользователи на них много жаловались в разных соц. сетях + плюс наблюдались замирания при перестройке частоты на некоторых частотах. На новом **X6200** синтезатор отсутствует в принципе, потому при приёме отсутствуют какие-либо левые «свистульки, шпички» и др. артефакты.
- 3) Отсутствие артефактов в виде зеркального канала приёма и побочных каналов на т.н. алиасах.** На **X6100** они присутствовали, на новом **X6200** зеркальных и др побочных каналов приёма вообще нет.
- 4) Чистый спектр на передачу!** В силу особенностей способа формирования сигнала на передачу, практически все трансиверы с низкой и нулевой ПЧ имеют выходную мощность не более 5...10Вт. Высокий уровень побочных излучений и плохо подавленный

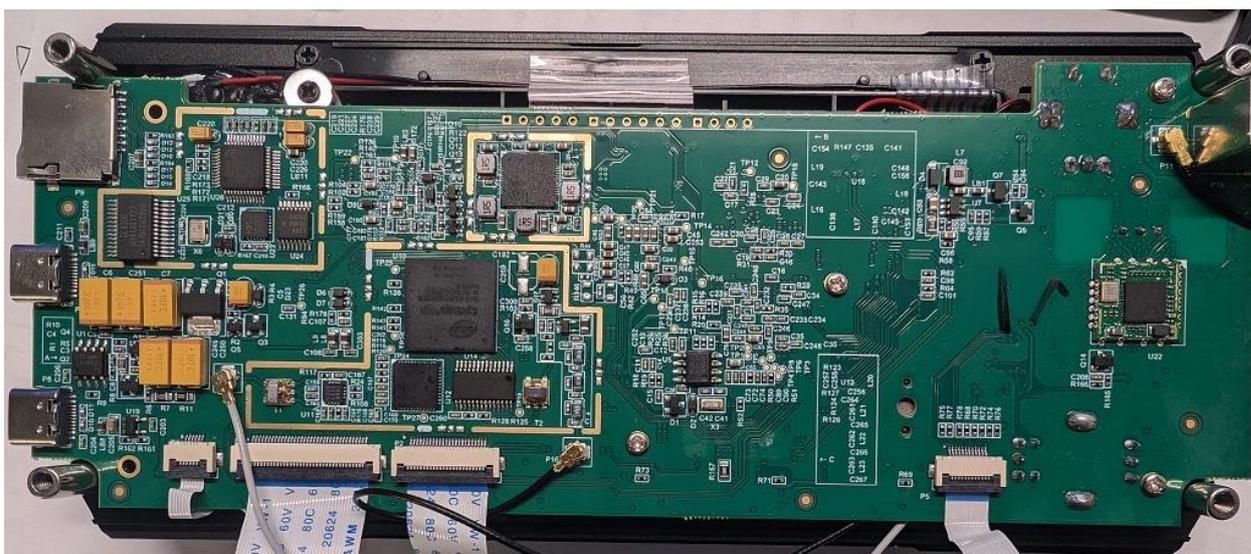
зеркальный канал не позволял подключить внешний усилитель мощности и наконец зазвучать по-взрослому из домашнего шкафа. В новом **X6200** стоит быстрый цифро-аналоговый преобразователь, который имеет минимальный (для РЛ норм) уровень побочных излучений. Теперь трансивер можно СМЕЛО подключать к усилителю мощности, например [ХРА-125](#) от тех же **Xiegu**.

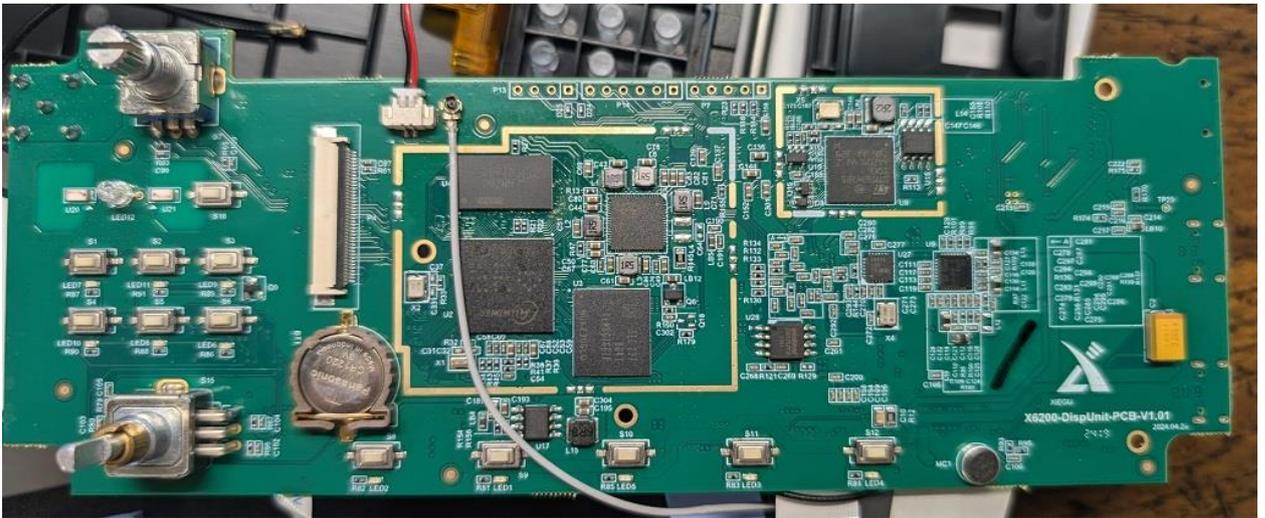
- В плане крайне отвратного и грязного спектра на передачу, автор особенно хотел бы отметить трансивер Discovery. При всех его известных плюсах, передачу нормально программисты LAВа сделать не смогли или имеют эпический брак. После обнаружения этого факта, лабовцы были проинформированы и снабжены подробными результатами замеров, но на лето 2024 года «воз по-моему и ныне там». Работать на одной поляне с Discovery просто не возможно, а подключать усилитель к трансиверу Discovery КАТЕГОРИЧЕСКИ НЕЛЬЗЯ! По сему – лучше новый и свежий DDC **X6200** от **Xiegu**, чем многими обожаемый отечественный Discovery за те же деньги и даже дешевле, на разницу можно готовую антенну купить. 😊

Итак, из описанного выше, теперь имеем полное представление о том, как сделан новый трансивер **X6200**

Бутерброд из нескольких плат – это всё что представляет собой современный трансивер. Обычно это плата индикации с ручками и кнопками, плата процессорной обработки и плата ВЧ части, с усилителем, фильтрами и автоматическим тюнером.

Плата цифровой обработки сигналов.



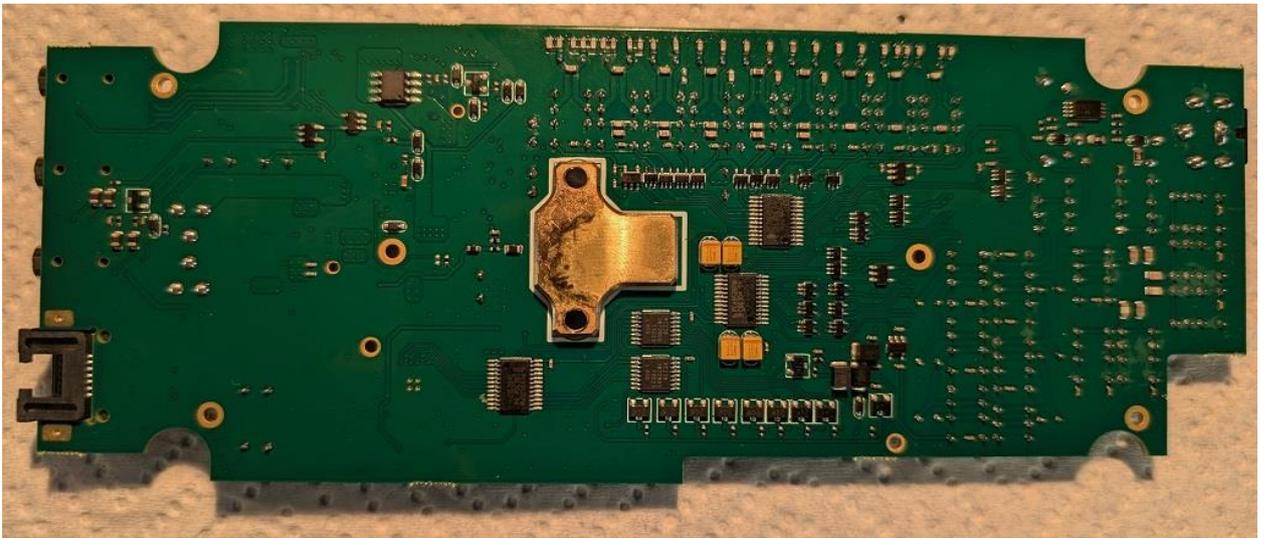


На платах присутствуют:

- USB HUB
- Старая знакомая CM108B. Это аудио кодек.
- Железный COM-порт CH342F.
Это означает, что китайцы не осилили формирование этих протоколов средствами процессора.
- AXP223 - преобразователь питания для микропроцессорных систем
- 10CL025YU256I7 – микросхема современной ПЛИС
- ADS4145 - 125МГц малопотребляющий АЦП
- LTC6401 - УВЧ и драйвер АЦП
- MXT2144 - китайский аналог AD9744, 14bit, 210MHz
- Процессор - ALLWINNER PW0880AB (A33)
- DSP процессор STM32H725

Плата ВЧ обработки





- Экран над полосовыми - отсутствует, хотя предусмотрен. (Фото сделано на прототипе. Надеемся, в серийной партии эти экраны будут присутствовать.)
- Термопаста на выходном транзисторе – отсутствует
- Реле справа - тюнер 6х6
- Реле снизу в ряд - ФНЧ передатчика, всего аж 10 штук , все однозвенные, кроме последнего на 50 МГц, он на 2 катушки
- AFT5M31 выходной транзистор

За фото и описание спасибо товарищу с ником **Rolin** с сайта CQHAM с [ТЕМЫ](#) про **X6200**

Во втором поколении получился наконец довольно интересный трансивер! С одной стороны он прекрасен в своей эстетике и функциональных возможностях, как портативный вариант, с другой – сильно свежий, а значит, его ещё будут неизвестно сколько времени доводить до кондиции программно. В любом случае, с базовыми функциями в телефоне/телеграфе он уже отлично справляется. За рубежом у портативных радиолюбителей судя по отзывам с Facebook любителей погулять по полям и горам, трансивер уже популярен.

Для кого трансивер представляет интерес?

Вернёмся к этому вопросу ещё раз. Основной интерес оно будет представлять для любителей выехать или выйти пешком на природу, раскинуть по кустам/деревьям или поставить из удочек не хитрые антенны и пообщаться в эфире в горах под синим небом, за чарочкой шашлыка, из кабины автомобиля или даже с велосипеда.

Относительно небольшая мощность, характерная для портативных радио, ограничивает голосовые виды связи и основной упор делается на цифровые виды связи и телеграф.

Надо отметить, что в первых прошивках действительно сделан упор на телеграф и цифру, это хорошо заметно при переключении фильтров из SSB в CW. Звук в телеграфе на встроенный динамик мягкий и практически не звенящий на узких фильтрах, в наушниках это особенно заметно. В SSB звук при этом «шкварчащий и стрекотливый». Предположительно, программисты специально в первом релизе по максимуму вылизали работу телеграфа, чтобы оставить довольными тех зарубежных коллег, кто ходит по горам и паркам и работает в программах SOTA и POTA, ведь именно они первыми будут покупать полностью автономный трансивер для своих походов. А SSB потом поправят тоже.

Ещё один слой РЛ сообщества, кому был бы интересен трансивер **X6200** – это радиолюбители, фанатеющие по цифровым видам связи. Получается достаточный домашний сетап с современным качественным трансивером, за относительно небольшие деньги. Для любителей FT-8 в трансивере имеется встроенный декодер и возможность подключаться к компьютеру или телефону единственным проводом. Минимальный сетап на природе: трансивер, телефон, антенна. Всё, больше ничего не требуется. Даже аккумулятор с собой таскать нет нужды.

Ну и третий, «экстремальный» т.с. вариант, кому такое радио возможно будет интересно – это те, кому требуется безусловная автономность качественного радио. Никаких дополнительных тебе аккумуляторов, проводов, болтающихся в округе... Даже не обязательно использовать трансивер как трансивер, возможно просто как приёмник нужно качественное современное радио. Из выбора на рынке сегодня всякие однопроцессорные «калькуляторные» радиоприёмники с весьма посредственными параметрами. Автор в данном вопросе использует **X6200** как радио, которое можно взять с собой в постель и под музыку телеграфа уйти на третью боковую полосу, в наушниках, никому не мешая.

Выводы

Итого, к чему мы пришли? Эволюцию или революцию совершила фирма Xiegu в своём трансиверостроении? По мнению автора тут настоящая революция в схемотехнике и довольно существенная эволюция в области программирования! Что бы запрограммировать микропроцессор и ПЛИС, научить трансивер работать без синтезатора – тут нужен не рядовой программист, а тот, кто разбирается и в ЦОС и в программировании микропроцессоров и в программировании ПЛИС и в целом, понимает как работает приёмно-передающая аппаратура. То, на что раньше потребовались годы, эволюционируя на 4х разных поколениях трансиверов за последние пару лет программисты умудрились сделать большой прыжок вверх.

Общаясь в различных форумах с разными техническими специалистами, были проанализированы разные аудиофайлы того, как работают трансивер **X6100** и **X6200**. И на **X6200** последовали очень хорошие отзывы в плане качества демодулированных записей и применяемых фильтров.

От лица автора хотелось бы отметить, что на первых прошивках присутствуют некоторые недостатки, не работают сейчас некоторые сервисные функции, но, будем надеяться, что прогрессируя в плане написания софта, всё будет доведено до ума в будущих прошивках.

При цене в 36...37 тысяч рублей, **X6100** – явно не для начинающих, дома он неплохо будет смотреться как второй трансивер. Даже лучше, чем **G90**, за счёт огромной для своего класса панорамы.

За 65 тысяч рублей мы уже имеем миниатюрный взрослый по ТТХ параметрах трансивер с самым современным аппаратным наполнением и похожим сервисом, как и **X6100**.

Захотелось выйти в ближайшее поле/лесок недалеко от дома или из машины "поцыкулять" голосом, в телеграфе или в цифре? Оба этих радио будут отличным выбором!

Не хватает 150 тысяч на IC-705, но хочется растопырить пальцы на всю зарплату, что образовалась в кармане? **X6100** – точно ваш выбор!

Есть денег немного больше, но до фирменного радио всё равно денег как до луны раком – тут, несомненно, **X6200** это самое дешёвое из передовых радио на планете!

Ну а для тех, кто побогаче – добро пожаловать в клуб любителей современных портативных ICOM и YAESU, но, непроеходим мимо **Xiegu** – может быть стоит взглянуть на новое радио, и оно у вас тоже западёт в сердце? 😊

PS: в приложении автор свёл в единую таблицу несколько самых известных и распространённых трансиверов и кратко обозначил критерии, по которым средний радиолюбитель без претензий и закидочных может подобрать себе мобильное радио по карману, предпочтениям и потребностям.

ВНИМАНИЕ! Ещё один обзор на трансивер Xiegu X6200 в ближайшее время должен появиться на сайте Дениса [Радиочифа](#)

Несколько фотографий: потребление тока на приём и передача 5 и 8 Вт



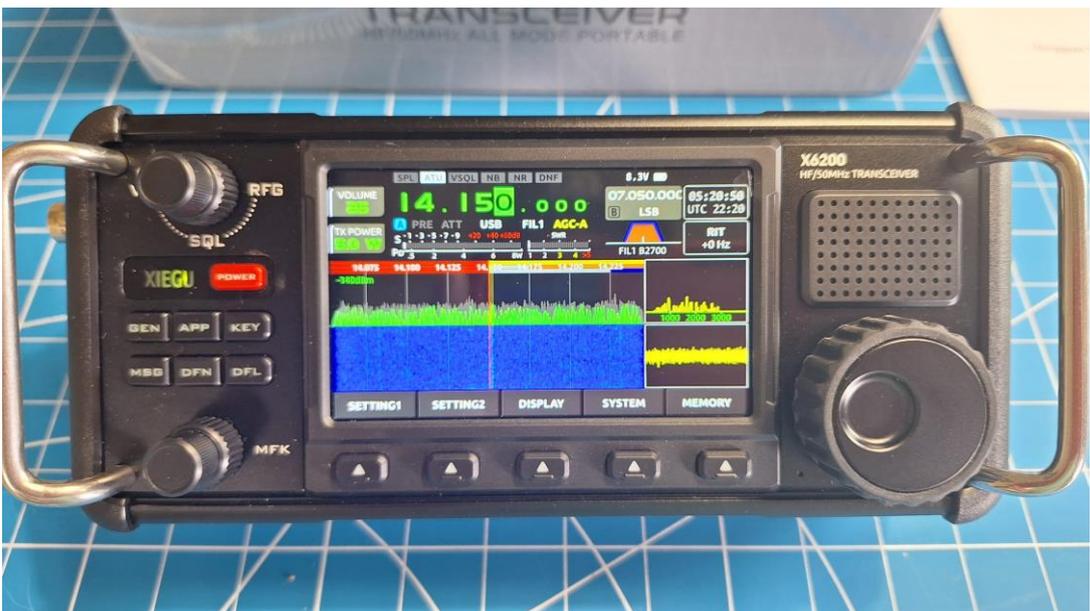
Качество изображения на солнце «против света»



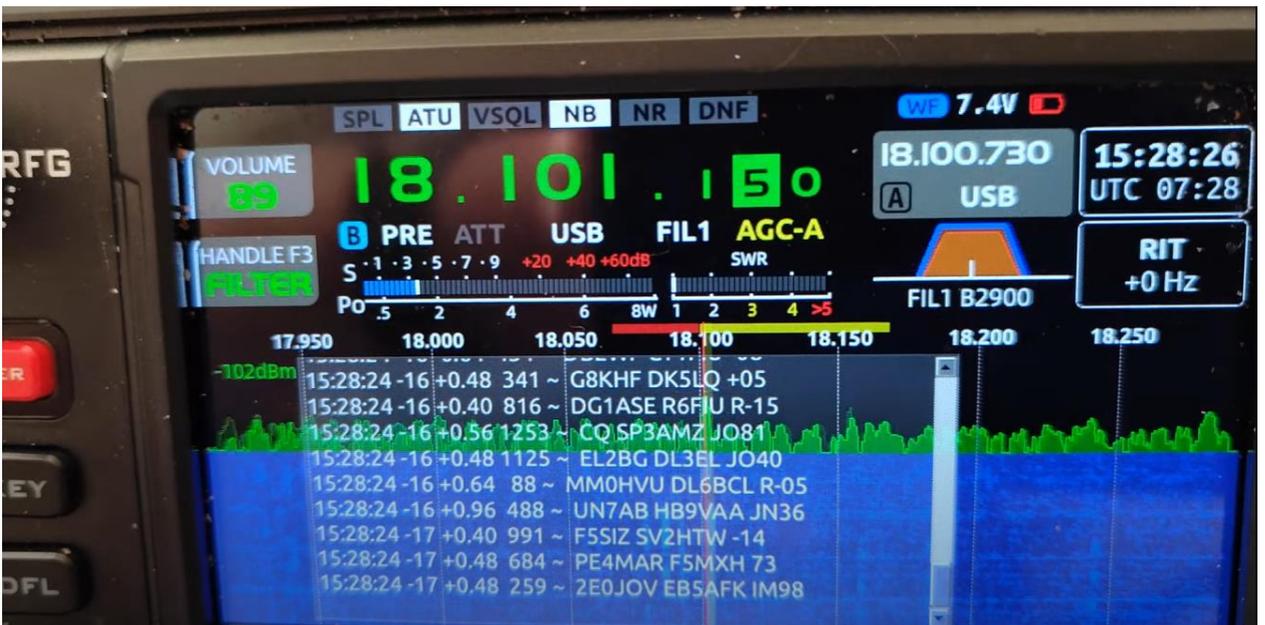
Батарея снаружи и внутри



Немного красивых фото













Сравнение трансиверов XIEGU серии X6 по тактико-техническим характеристикам

		Серия G-CORE	Серия D-CORE
		X6100	X6200
Базовая спецификация	Тип устройства	SDR	SDR
	Платформа (поколение)	SDR с ПЧ=0	Прямая оцифровка ВЧ сигнала
	Статус изделия	В производстве	В производстве
	Тип процессор	Ультра-портативный компьютер	Ультра-портативный компьютер
	Рабочие диапазоны	KB/50MHz	KB/50MHz (трансивер), WFM/AIR BAND (доп. приёмник)
	Напряжение питания	9~15В DC	9~15В DC
	Максимальная выходная ВЧ мощность	5W (от аккумулятора)/ 10W (внешнее питание)	5W (от аккумулятора)/ 8W (внешнее питание)
	Виды модуляций	SSB/CW/AM/NFM/DIGI	SSB/CW/AM/NFM/DIGI/WFM
	Чувствительность приёмника	0.25uV/10dB S/N	0.20uV/10dB S/N
	Избирательность по соседнему каналу	≥80dB	≥80dB
	Подавление боковой полосы	≥50dB	≥50dB
	Подавление внеполосных гармоник	≥50dB	≥50dB
	Тип антенного разъёма	BNC	BNC
	Тип/размер экрана	4" HD цветной TFT	4" HD цветной TFT
	Аккумуляторная батарея	Встроенный аккумулятор (не заменяемый)	Встроенный аккумулятор (заменяемый)
Функции	Встроенный автоматический тюнер	•	•
	Перестраиваемый полосовой фильтр	•	•
	Цифровое подавление шумов(DNR)	•	•
	Цифровое подавление несущего сигнала (NOTCH)	•	•
	Встроенная операционная система	•	•
	Bluetooth//WIFI	•	•
	Голосовой вызов	•	•
	Предустановленные сообщения	•	•

Узкий телеграфный фильтр	•	•
Встроенный микрофон	•	•
Кнопка PTT на корпусе	•	•
Автовызов в телеграфе	•	•
Компьютерная передача телеграфных знаков/сообщений	•	•
Работа FT8 по одной линии USB	•	•
Выход IQ ПЧ сигнала	•	X6200 использует технологию прямого захвата радиочастот без сигнала промежуточной частоты и сигнала IQ
Отображение спектра и водопада	•	•
Звуковая карта на USB порту	•	•
CW/digital mode декодер	•	•
Панорамный KСВ-метр	•	•
Переключение между встроенным и внешним динамиком	•	•
Оптический валкодер	•	•
Позывной на экране	•	•
Удалённое управление трансивером	•	•
Широкополосный спектроскоп		•
Приём вещательного диапазона WFM		•
Приём авиационного диапазона AVIA		•
Заменяемая аккумуляторная батарея		•
Внешние компоненты расширения функций		•
Сдвоенные multifunctional ручки		•
Настраиваемый цветной интерфейс		•
Совместимость с внешним усилителем мощности XPA125B	•	•

	X6200	X6100	G90	G106	Discovery	Elcraft KX2/3	MONKA	Malamut	Malamut 2mini	QCX	QMX	uSDX	SW mini
Технология	DDC	SDR-I	SDR-I	SDR-I	SDR-I	SDR-I	SDR-I	SDR-I	DDC	ППП*	SDR-I	SDR-I	Супер.
Спектр	48...384к	48/96к	48к	48к		Нет	48/96к	48/96к		Нет	Нет	Нет	Нет
Водопад	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Тюнер	Да	Да	Да	Нет	Нет	Опц.	Нет	Нет	Опц.	Нет	Нет	Нет	Опц.
Декодер CW	Да	Да	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Декодер FT8	Да	Опц.**	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Питание В,А RX/ТХ	7.2В/14В 0.4/3.5А	7.2В/14В 0.5/3.5А	12...14В 0.5/5А	12...14В 0,3/2А	12...14В 0,15/5А	12...14В До 5А	12...14В До 3А	12...14В До 10А	12...14В 0.3/5А	7...13В 0.2/2А	7...13В 0.2/2А	7...13В 0.2/2А	9...15В 0.3/5А
Мощность, Вт	5/8	5/10	20	5	10...15	5/10	5	До 40	10...15	2...5	2...5	2...5	10...15
Формфактор	Порт.	Порт.	Возим.	Носим.	Носим.	Порт.	Порт.	Возим.	Носим.	Порт.	Порт.	Порт.	Носим.
Размер экрана “	4.3 цветной	4.3 цветной	2.2 цветной	2.8 LCD Ч/Б	4 LCD Ч/Б	---	2.8 цветной	2.4...3.2 цветной	1.8 цветной	2строчн. LCD Ч/Б	2строчн. LCD Ч/Б	0.9...1.1 OLED	1.8 Цветной
Ремонтопригодность.	Плохая	Средняя	Средняя	Хорошая	Средняя	Плохая	Хорошая	Хорошая	Средняя	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Хорошая
Перспективы развития	Да	Усл. да	Нет	Нет	Усл. да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Тип поставки	Готовое изделие	Готовое изделие	Готовое изделие	Готовое изделие	Готовое изделие	Готовое изделие	Готовое изделие	Ручная сборка	Ручная сборка	Ручн.сбр/Набор	Ручн.сб/Набор	Ручн.сб/Набор	Готовое изделие
Производство	Фирм.	Фирм.	Фирм.	Фирм.	Фирм.	Фирм.	Куст.	Куст.	Куст.	Куст.	Куст.	Куст.	Куст.
Страна	Китай	Китай	Китай	Китай	Россия	США	Китай	Россия	Россия	Турция	Турция	Китай	Россия
Цена	65 тыс	45 тыс	40 тыс	25 тыс	75 тыс	100тыс	30 тыс	35 тыс	60 тыс	20 тыс	25 тыс	10 тыс	25тыс

Доп. пояснения: в таблице приведены популярные аналоги небольших трансиверов, предназначенные в основном для выходов в поля, горы, парки

- QCX: АППП - аналоговый приёмник прямого преобразования с фазовым подавлением зеркального канала (не большое, около 36...42дБ)
- Декодер FT8+ Лог в альтернативной прошивке от коллег. (см профильную ветку сайта cqham по х6100)
- Формфактор – то, как трансивер может использоваться в рабочем состоянии.
- Производство: трансиверы «Маламут» ВСЕ выполнены кустарным способом; QCX/QMX автор делает тоже дома на заказ.
- Тип поставки: если не фирменное изделие, то бывает и в виде собранных плат и в виде наборов деталей для сборки, на вторичном рынке, понятно, что в основном продаются готовые изделия.
- Перспективы развития: трансиверы Маламут, MONKA больше не развиваются, QCX и uSDX тоже; х6100 развивают софт отечественные коллеги.
- Цены примерные на новые изделия летом 2024 года. На вторичном рынке типа Авито и дешевле можно найти.