

# КВ трансивер FTDX5000D

RadCom June 2010



*Трансивер FTDX5000 вместе с монитором SM-5000 смотрятся просто отлично.*

**Введение.** Последняя модель трансивера Yaesu FT DX 5000 представляет собой стационарный аппарат элитного класса, обладающий выдающимися техническими характеристиками. При создании аппарата на базе моделей FT DX 9000 и FT-2000 были учтены замечания и пожелания пользователей и технические обзоры аппаратуры, что позволило сконструировать аппарат, имеющий исключительный набор технических характеристик и превосходную эргономику. До сих пор лидерами качества приемных трактов трансиверов являлись Ten-Tec с моделями Orion и Elecraft с моделью K3, в которых использовалась архитектура приемников с преобразованием «вниз», что обеспечивало великолепный динамический диапазон приемника по соседнему каналу. Впервые за 25 лет компания Yaesu пошла по этому пути, создав основной приемник с преобразованием «вниз» в совокупности с набором переключаемых высококачественных рунфинг-фильтров.

Новая модель выпускается в трех исполнениях, различающихся набором имеющихся опций. Базовая модель FT DX 5000 содержит основной набор опций. В модели FTD X 5000 D имеется отдельный монитор SM-5000 с дисплеем спектра сигналов и двумя встроенными динамиками, расположенными на передней панели. Модель FT DX 5000MP содержит также термостабилизированный опорный генератор и наиболее узкополосный рунфинг-фильтр 300 Гц. Дополнительные рунфинг-фильтр и монитор могут быть установлены при желании и на базовую модель.

Модель FT DX 5000 покрывает КВ диапазоны и диапазон 6 м и питается от сети переменного тока через встроенный блок питания. Два полностью независимых приемника могут работать на различных диапазонах на различные антенны. Имеются независимые аудиовыходы. Выходная мощность трансивера 200 Вт.

**Основные характеристики.** Корпус модели FT DX 5000 имеет размеры 462x389x135 мм и весит около 21 кг. Он немного больше и тяжелее модели FT-2000, но не такой громоздкий и тяжелый как FT DX 9000D. Оба приемника имеют диапазон непрерывной перестройки от 30 кГц до 60 МГц, но их характеристики нормированы только для любительских диапазонов. Диапазоны переключаются с помощью отдельных кнопок, для каждого диапазона имеется стековая память, содержащая три последних значения частоты, вида излучения и других установок, последовательно вызываемых при каждом нажатии кнопки диапазона. Значения установок запоминаются отдельно для каждого приемника. Отдельные кнопки используются для основных видов излучения и установки нужной боковой полосы в режимах CW, RTTY и PKT, а также выбора значения девиации (широкая-узкая) в режимах ЧМ и ЧМ-PKT.

Передняя панель трансивера имеет хорошую эргономику, размер и расположение органов управления, что обеспечивает удобство работы с аппаратом. Приемники А и В имеют полностью разделенные и независимые органы управления фильтрами и дальнейшей обработкой сигнала, их расположение логически соответствует последовательности блоков приемного тракта. Полная независимость двойного приема сигналов вплоть до стереовыхода позволяет реализовывать множество комбинаций режимов приема отдельно для каждого канала.

Аппарат имеет основной многоцветный вакуумный флуоресцентный дисплей, а также три отдельных небольших дополнительных дисплея. На одном из них отображается частота приемника В, а на двух других высвечивается информация о ширине полосы пропускания, величине расстройки, включении Notch-фильтра, Contour

и т.д. для обоих приемников А и В в цифровом и графическом виде. Это является важным усовершенствованием по сравнению с моделью FT-2000. В качестве S-метра для приемника А используется большой стрелочный индикатор. Показания S-метра для приемника В отображаются в виде светящейся полоски. Выбранные установки номера антенны, аттенюатора, типа предусилителя, фильтра и режима АРУ отображены с помощью блок-диаграмм. Цифровой индикатор настройки очень удобен для точной настройки в режиме CW, индикаторы для обоих приемников отображают значения частоты с точностью до 1 Гц. Дисплей и светодиодные индикаторы имеют среднюю степень яркости, но хорошо видны с разных сторон.

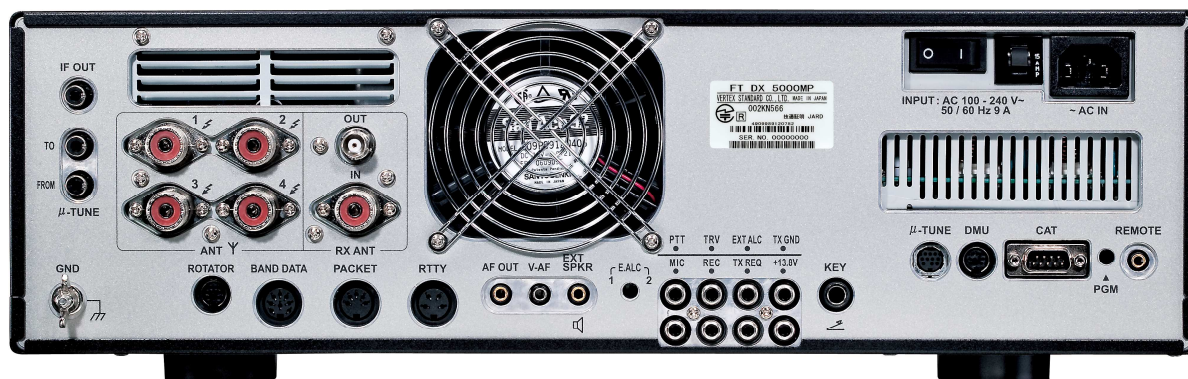
Расширенное меню имеет 176 пунктов и позволяет пользователю устанавливать различные функции и производить регулировки. Все действия отображаются на трех дополнительных дисплеях, поэтому работа с меню не представляет трудности. Как и во всех последних моделях Yaesu имеется возможность обновления встроенного матобеспечения трансивера. Полную информацию можно найти на сайте Yaesu. Некоторые обновления уже появились на сайте.

Модель FT DX 5000 может использоваться в комплекте с устройством управления данными DMU-2000, которое первоначально было создано для модели FT-2000 и может быть подключено одновременно с монитором SM-5000. Также возможно подключение узкополосных преселекторов  $\mu$ -tune.

На задней панели имеется четыре основных антенных разъема, а также дополнительные разъемы для приемной антенны и отдельного приемника. Любая комбинация антенн может быть выбрана для каждого диапазона и каждого VFO. На передней и задней панели находятся отдельные гнезда для подключения телеграфного ключа, которые могут быть независимо сконфигурированы для различных внутренних и внешних опций. Стандартное микрофонное 8-ми штырьковое гнездо расположено на передней панели, ручной микрофон MH-31 включен в комплект. Возможно подключение дополнительной панели управления FH-2, гнездо для подключения расположено на задней панели. Она также используется для управления памятью записанных телеграфных и голосовых сообщений.

Для управления устройствами Packet и RTTY, и передачи данных о частоте для внешних антенных тюнеров и автоматических УМ типа VL-1000 имеются стандартные разъемы DIN. Через разъемы mini DIN осуществляется интерфейсное подключение к устройствам SM-5000 или DMU, преселектору  $\mu$ -tune и поворотным устройствам Yaesu. Некоторыми типами поворотных устройств Yaesu можно управлять с передней панели трансивера. Через линейку разъемов типа RCA осуществляется управление включением передачи, управление УМ, ALC, запись выходного сигнала, подключение микрофона, управление уровнем выхода трансвертера и другие функции. Через отдельный разъем возможно включение управляющего сигнала для настройки линейного УМ или автоматического антенного тюнера независимо от вида излучения.

Уровень выходного сигнала для трансвертера составляет порядка -10дБм. Подключение к трансвертеру возможно в диапазонах 14, 28 или 50 МГц, причем дисплей может быть перестроен в ограниченных пределах для индикации двух последних цифр мегагерц, т.е «44» для 144 МГц или «32» для 432 МГц. Индикация других диапазонов не поддерживается. Приемник трансвертера соединяется через обычное антенное гнездо. Для исключения повреждения трансвертера в том случае, когда трансивер не находится в «трансвертерном» режиме, настоятельно рекомендуется соединять трансвертер с гнездом приемной антенны. Для управления трансивером при помощи компьютера имеется 9-ти штырьковый разъем типа D, который может быть непосредственно подключен к последовательному COM порту компьютера. Ориентируясь на современные технологии, было бы более логично снабдить аппарат USB портом и организовать через него передачу сигналов звуковой частоты, необходимых для цифровых видов работы и хранения различной информации. Технологии постоянно развиваются, и лишь немногие из последних моделей PC имеют последовательный порт, однако пока только компания ICOM идет «в ногу со временем».



*Количество разъемов на задней панели впечатляет, при этом нет видимости тесноты компоновки.*

**Компоновка и архитектура трансивера.** Основной приемник модели FT DX 5000, использующий VFO-A представляет собой супергетеродин с двойным преобразованием «вниз». Первая ПЧ равна 9 МГц, вторая – 30 кГц. Непосредственно ко второму УПЧ подключен DSP-процессор, который осуществляет дальнейшую обработку сигнала. Селекция по первой ПЧ осуществляется с помощью переключаемых руфинг-фильтров. Фильтры с шириной полосы 300Гц, 600 Гц и 3 кГц представляют собой высокодобротные 6-ти кристалльные фильтры; фильтры с шириной полосы 6 кГц и 15 кГц являются монолитными 4-х кристалльными. Фильтр 300 Гц включен в комплектацию модели MP, для других моделей его можно заказать отдельно. 32-х разрядный DSP процессор предназначен для выделения требуемой полосы приема, детектирования, шумоподавления, обработки НЧ сигнала и управления АРУ.

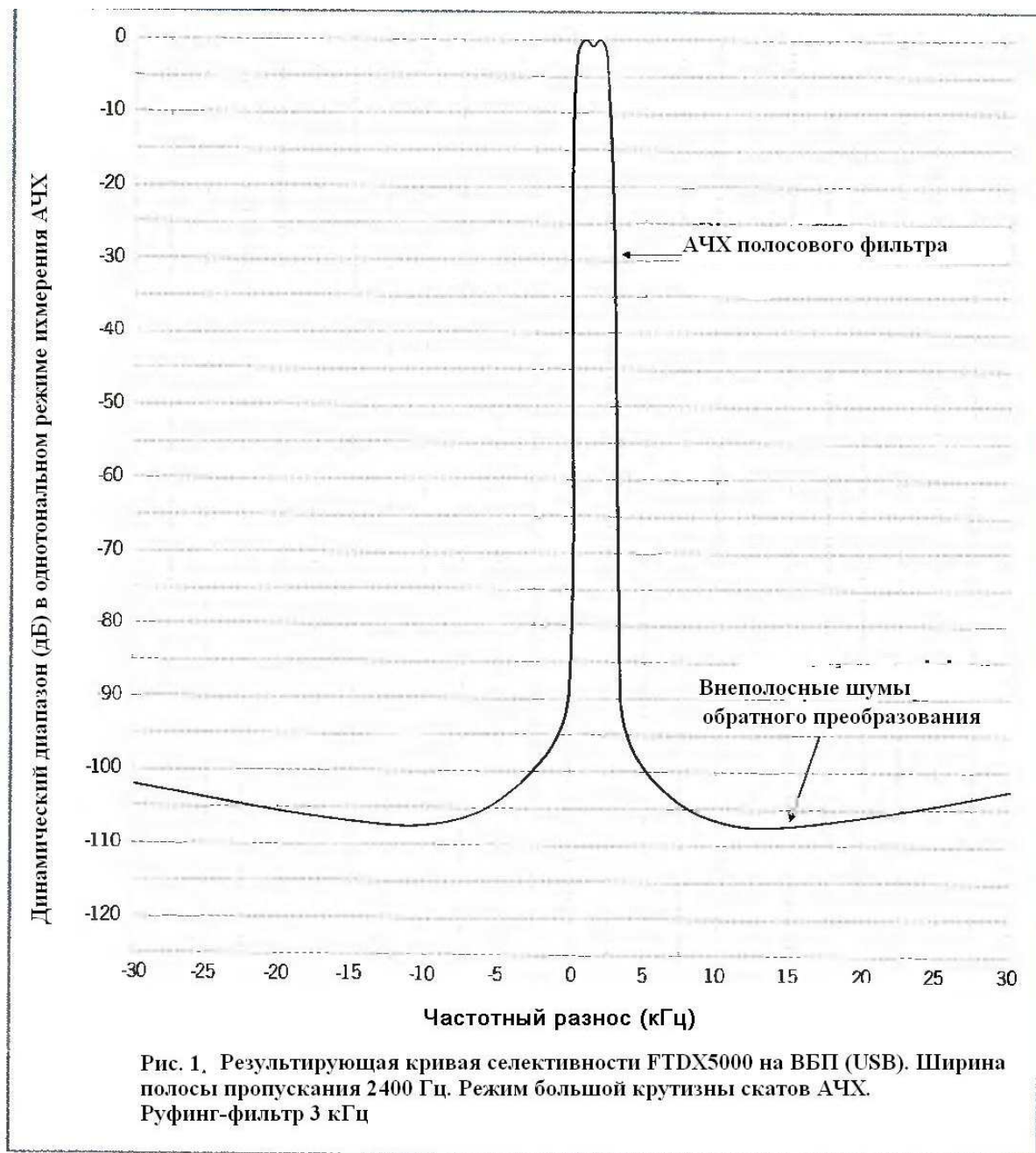
Во входной части приемника А имеются два переключаемых предусилителя, выполненных на биполярных транзисторах, с небольшим и высоким КУ, причем для улучшения приема сигналов в условиях мощных помех соответственно корректируется рабочая точка первого смесителя (IPO1 и IPO2). На частотах ниже 1.7 МГц предусилители не подключаются. Атенуатор имеет три ступени регулировки. Имеется 15 полосовых фильтров, полностью перекрывающих весь частотный диапазон трансивера, и специальный узкополосный преселектор VRF для каждого любительского диапазона, исключая 50 МГц. Фильтры преселектора VRF предварительно настроены на среднюю частоту диапазона, но их можно перестроить вручную с помощью ручки на передней панели. Первый смеситель выполнен на 8 двухзатворных полевых транзисторах по D квадратичной двубалансной схеме, что обеспечивает очень большой динамический диапазон. Трансивер имеет специальное гнездо выхода первой ПЧ (перед фильтрами ОС), к которому можно подключить спектроанализатор или SDR приемник для мониторинга диапазона.

Второй или дополнительный приемник, использующий VFO-B представляет собой супергетеродин с тройным преобразованием частоты «вверх». Значения ПЧ составляют 40.455 МГц, 455 кГц и 30кГц. К выходу последнего УПЧ непосредственно подключен DSP процессор, осуществляющий дальнейшую обработку сигнала. DSP процессоры для обоих приемников идентичны. Фильтрация по первой ПЧ осуществляется с помощью руфинг-фильтров с шириной полосы 15, 6 и 3 кГц, дополнительная селекция осуществляется по второй ПЧ. Входная цепь приемника В также имеет два предусилителя, которые могут быть включены на частотах выше 1.7 МГц. Первый смеситель имеет одну рабочую точку (IPO1). На входе имеются 8 полосовых диапазонных фильтров и узкополосный VRF преселектор. В первом смесителе использованы 4 двухзатворных полевых транзистора, включенных по двубалансной схеме.

Модель MP имеет термостабилизированный опорный кварцевый генератор, обеспечивающий стабильность 0.05 имп/мин. Другие модели содержат термокомпенсированный опорный генератор имеющий стабильность 0.5 имп/мин, что обеспечивает исключительную точность и стабильность частоты трансивера. Необходимые сигналы местных гетеродинов берутся непосредственно с ИС опорного кварцевого генератора (в основном AD9951), без обычных в таких случаях цепей ФАПЧ. Такая схемотехника в большой степени снижает фазовые шумы гетеродинов, однако не исключено появление незначительных колебаний побочных частот.

В передатчике применена схема частотного распределения, обратная схеме дополнительного приемника В: 30 кГц/455 кГц/40.455 МГц – рабочая частота. Для питания оконечного каскада требуется 50 В постоянного тока. Пара выходных полевых транзисторов типа VR150 отдает 200 Вт выходной мощности.

Трансивер имеет прочную конструкцию, что характерно для стиля Yaesu. Все платы и блоки аппарата смонтированы на прочном штампованном шасси, которое заключено в кожух. На верхней крышке расположен один динамик, диаметром 8 см. Оконечный каскад УМ передатчика снабжен массивным радиатором. Для охлаждения использован единственный вентилятор, находящийся на задней панели аппарата. Вентилятор включается только при повышении температуры и работает очень тихо. Для удобства работы имеются две регулируемые передние ножки, однако ручек для переноски не предусмотрено.



**Характеристики приемника.** Большинство функций приемника аналогичны моделям FT-2000 и FTDX9000, но можно сказать, что доступ к ним организован более логичным и удобным способом. Аппарат снабжен исключительно удобной ручкой основной настройки диаметром 60 мм, усилие маховичка которой можно регулировать. При шаге 1000 имп./оборот и квантовании 10 Гц точность настройки удачно сочетается с быстротой перемещения по диапазону. Возможно квантование 1 Гц или 5 Гц, а также иные значения для режимов АМ и ЧМ. Для настройки приемника В используется отдельная ручка меньшего диаметра с шагом настройки 1000 имп./оборот. Эта ручка может быть также использована как ручка расстройки, селектор каналов памяти и переключатель диапазонов. В последнем случае можно «пропускать» диапазоны, переходить на заранее выбранные диапазоны (функция MYBANDS) и включать трансвертер. Возможен непосредственный ввод частоты с помощью диапазонных кнопок. В аппарат встроена обычная для Yaesu функция быстрый split, для оперативного мониторинга и настройки частоты передачи при работе на разнесенных частотах.

Имеются 99 стандартных каналов памяти, где можно сохранить текущие настройки приемника. Возможно создание до 6 групп каналов памяти, однако специальные метки не предусмотрены. В девяти дополнительных каналах памяти хранятся программируемые значения границ диапазона сканирования, а также заданные основные параметры сканирования. Еще к пяти стандартным каналам возможен «быстрый» доступ. В американской версии аппарата для диапазона 60 м требуется специальная установка каналов памяти; я предполагаю, что в Европейской версии будет сделано то же самое – аналогично модели FT-2000.

АРУ аппарата имеет три режима скорости реагирования, для каждого режима возможна в широких пределах установка времени удержания и спада уровня, также имеется режим АРУ с «наклонной» характеристикой. В режиме «наклонной» АРУ увеличение и спад громкости выходного сигнала соответствуют уровню входного сигнала. Ширина полосы пропускания по ПЧ регулируется в широких пределах: от 200 Гц до 4000 Гц в режиме SSB, от 50 Гц до 2400 Гц в режиме CW и цифровых видах излучения, от 6 кГц до 6 кГц в режиме AM и от 9 кГц до 16 кГц в режиме ЧМ. С помощью кнопки "narrow" можно включить более узкую полосу для каждого режима, результирующая форма фильтра и крутизна его скатов могут быть также заданы. Имеется общая ручка регулировки полосы пропускания ПЧ, а в режиме CW возможно дополнительное включение узкополосного НЧ фильтра. Для улучшения приема в речевых режимах Yaesu использует систему фильтров Contour, которая слегка приподнимает или опускает участки АЧХ внутри полосы пропускания, что в некоторых случаях повышает разборчивость сигнала. Степень подъема и спада АЧХ для contour может быть установлена из меню. Шумоподавитель ПЧ эффективно подавляет импульсные помехи различной длины и управляется ручкой на передней панели. Перестраиваемый notch-фильтр ПЧ может применяться при широкополосном и узкополосном приеме, имеется отдельный цифровой автоматический notch-фильтр. Также возможно использование цифрового шумоподавителя, который имеет 15 различных алгоритмов работы. Эффекты работы фильтра contour и перестраиваемого notch-фильтра можно легко оценить визуально при подключении дополнительного блока DMU-2000.

**Характеристики передатчика.** Мощность выходного каскада УМ передатчика составляет 200 Вт, мощность может быть снижена до 10 Вт. Для уменьшения искажений в режиме SSB возможно переключение режима УМ в класс А, при этом максимальная мощность составляет 75 Вт. Для работы в речевых режимах имеется VOX, речевой процессор и монитор выходного сигнала. Ширина полосы излучаемого сигнала может быть настроена по критерию максимальной «естественности» сигнала, наименьшей занимаемой полосы, максимальной отдаваемой мощности речевого сигнала или условий соревнований. В устройстве имеется высокоэффективный перестраиваемый трехполосный параметрический микрофонный эквалайзер, что позволяет эффективно использовать микрофоны различных типов.

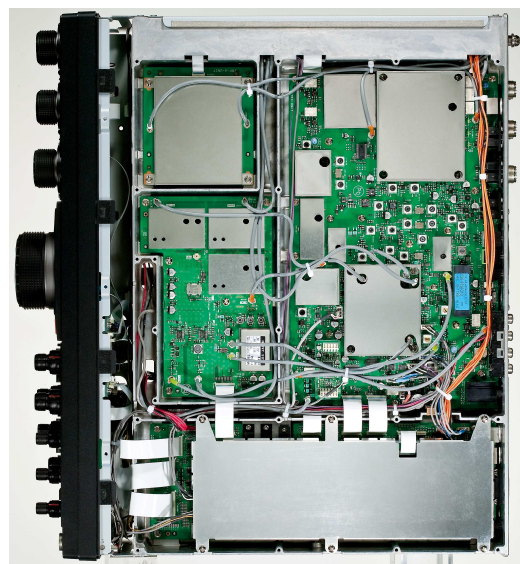
В режиме CW возможна работа полным и полудуплексом, имеется кнопка SPOT для точной настройки на корреспондента по тону биений. Ручка регулировки тона CW выведена на переднюю панель. Возможна установка нарастания и спада фронтов телеграфного сигнала в пределах от 1 до 6 мс. Переключение режима полного и полудуплекса осуществляется через меню, при этом для режима полудуплекса имеется возможность установки времени задержки приема с передней панели. Для режима CW имеется банк сообщений, что может оказаться полезным при работе в соревнованиях. Скорость автоматического телеграфного ключа варьирует в диапазоне от 4 до 60 WPM, возможна установка различных соотношений длительностей (весов) посылок. Имеется возможность работы с различными типами манипуляторов. В каждую из 5 памятей можно записать до 50 символов с возможностью передачи автоматически возрастающих контрольных номеров и автоматический ответ после временной задержки в режиме работы с маяками. Программирование памяти можно осуществлять либо непосредственно с телеграфного манипулятора, либо в текстовой форме с помощью клавиш выносного пульта FH-2. Управление ключом и воспроизведением сообщений осуществляется с клавиатуры.

Управление цифровой памятью речевых сообщений также может осуществляться с клавиатуры FH-2. Для удобства работы в телефонных соревнованиях в каждую из пяти имеющихся памятей можно записать речевое сообщение длиной до 20 секунд. Память может быть также использована для прослушивания последних 15 секунд приема, что может оказаться полезным при недостаточной уверенности в правильности приема позывного или порядкового номера от корреспондента.

В аппарате имеется встроенный автоматический антенный тюнер, который можно включить только в режиме передачи в диапазонах от 1.8 до 50 МГц. Тюнер помогает согласовать антенну при значении KСВ, не превышающего 3:1. Для быстрой и точной перестройки тюнера имеется память, в которой можно запомнить 100 значений настроек тюнера. Аналоговый прибор на передней панели может отображать значение выходной мощности, величину KСВ, значение ALC, уровень компрессии, напряжение питания УМ, и ток стока выходных транзисторов. При работе в режиме ЧМ можно отдельно установить величину сдвига частоты передачи для работы с репитерами в диапазонах 28 и 50 МГц, а также частоту тона кодера и декодера CTCSS.



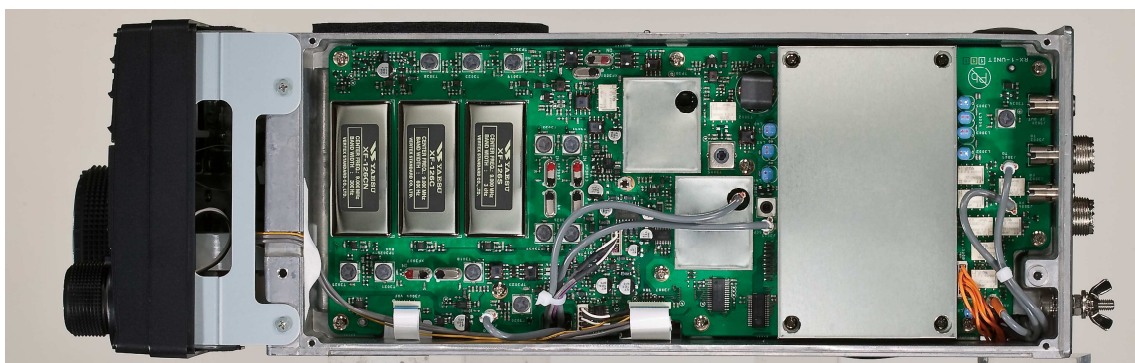
*Вид сверху со снятой крышкой. Видны фильтры, УМ, сетевой блок питания*



*FTDX5000 вид снизу. Видны основные РЧ платы и блок синтезатора.*

**Монитор SM-5000.** Монитор SM-5000 может быть установлен на трансивер сверху, при этом высота всей конструкции увеличивается примерно на 45мм. Монитор соединяется с трансивером тремя кабелями через разъемы на задней панели. На передней панели монитора имеется дисплей спектра сигналов и установлены два динамика, смотрящие «вперед», через которые по желанию можно прослушивать стереосигнал от обоих приемников или любую другую комбинацию аудиовыходов. Имеются четыре установки режима качества сигнала и фазовращатель, с помощью которого можно увеличить «глубину» звучания.

Спектральный дисплей подключен к основному приемнику А, диапазон отображения сигналов составляет 80 дБ. Имеется три режима работы. В режиме работы FIX осуществляется сканирование между двумя фиксированными точками, устанавливаемыми отдельно для каждого диапазона. В режиме CTR за середину выбирается текущая частота приема, и сканирование осуществляется в пределах от  $\pm 25$  кГц до  $\pm 2500$ кГц. Режим LBW (диапазонное ограничение сканирования) сужает пределы сканирования до границ диапазона с целью повышения скорости отображения и уменьшения временных задержек.



*Вид сбоку со снятой боковой крышкой и защитным экраном. Виден приемник А, находящийся в правой части аппарата. Доступ к руфинг-фильтрам (оставлено место для фильтра 300 Гц) осуществляется через лючок в защитном экране*

**Измерения.** Полный комплект измерений сведен в таблицу и относится к приемнику А с руфинг-фильтром 3 кГц, если не указано иначе. При сравнении с приемником без предусилителей в режиме смесителя IPO1, предусилители показали прибавку усиления 12 дБ и 23 дБ, а переключение в режим IPO2 – потерю усиления 11 дБ соответственно. Этот факт отражается на измерении чувствительности, калибровке S-метра и измерении динамического диапазона. Приемник имеет очень большую чувствительность, особенно со вторым предусилителем. Чувствительность примерно сохраняется при использовании других руфинг-фильтров, а при использовании VRF падает примерно на три дБ для обоих приемников. На низких частотах чувствительность немного падает, в диапазоне 136 кГц она составляет примерно 2 мкВ. Калибровка S-метра достаточно линейна и составляет примерно

3 дБ на деление вплоть до уровней S9+40дБ. Значения чувствительности приемника В оказались почти такими же, показывая S-метра для приемника В оказались примерно на 4 дБ меньше, чем для основного приемника.

Подавление первой ПЧ 9 МГц на большинстве диапазонов составило более 100 дБ, однако в диапазоне 10 МГц оно упало до 54 дБ, а в диапазоне 7 МГц составило 74 дБ. Настройкой преселектора VRF удалось улучшить эти показатели на 20 дБ. Подавление зеркального канала составило только от 55 до 70 дБ, включение VRF улучшило показатель до 75 дБ. Приемник В по подавлению первой ПЧ и зеркального канала показал лучшие результаты – показатели превысили 80 дБ. Уровень побочных излучений синтезатора, рассматриваемых как определенное число побочных каналов приема особенно в полосе  $\pm 425$  кГц от частоты приема составил только -65 дБ для приемника А (-90дБ для приемника В), а в полосе  $\pm 40$  кГц -85дБ. Включение VRF несколько улучшает показатели, но только на высокочастотных диапазонах.

Работу АРУ для обоих приемников можно охарактеризовать как достаточно хорошую, время спада АРУ соответствует установочному значению меню. Небольшие замечания относятся к характеру отклика АРУ, но в целом он намного лучше в этом плане, чем в трансиверах моделей FT-2000 и FT-950.

Интермодуляционные кривые третьего порядка, динамический диапазон и кривые блокировки были исключительными при подключении соответствующего рунфинг-фильтра. При включении CW фильтра 500 Гц и расстройке 1 кГц динамический диапазон составил 108 дБ – лучший результат измерения по соседнему каналу, который я когда-либо получал для различных аппаратов. При включении режима IPO2 уровень интермодуляционных искажений третьего порядка превысил норму при уровне сигнала более 45дБм, но с учетом общего падения чувствительности динамический диапазон не превысил соответствующего значения для режима IPO1.

Результаты измерения уровней обратного преобразования оказались также впечатляющими, они, по меньшей мере, соответствовали лучшим характеристикам аппаратов, измеренных ранее. Интересно, что характеристическая кривая имеет необычный вид – показатели градуально ухудшаются по мере удаления от частоты несущей. Как следствие исключительно малых значений уровней обратного преобразования, оказалось возможным проводить измерения для уровней -80 дБ по краям АЧХ ФОС и показать, что фильтрация DSP по ПЧ также превосходна. Результаты измерений едва ли не лучшие по сравнению с ранее тестированными моделями. На рис. 1 показана результирующая кривая избирательности.

В моей «турнирной» таблице качества работы приемников, основанной на измерении избирательности по соседнему каналу, модель FT DX 5000 сейчас занимает первое место, потеснив Perseus SDR, Elecraft K3 и Flex5000 на 2,3 и 4 места соответственно.

Динамический диапазон приемника В не является столь впечатляющим по сравнению с приемником А, но, также достаточно велик. Для режима IPO1 максимальный уровень сигнала, при котором уровень интермодуляционных искажений третьего порядка не превышает нормы, составляет +21дБм, что на 10 дБ хуже динамического диапазона приемника А. Уровни обратного преобразования на 7 дБ хуже в ближней зоне, но превосходят значения для приемника А при больших расстройках.

В режиме передачи уровень искажений при подаче двухтонального тестового сигнала достаточно низок для класса АВ и еще ниже для класса А. Процессор несколько увеличивает уровень искажений, но это влияние незначительно. При перекачке выходного каскада уровень искажений достаточно заметно возрастает, поэтому рекомендуется контролировать уровень сигнала по уровню ALC. Уровень гармоник также исключительно низок. Антенный тюнер вносит незначительные потери, а показания измерителя мощности отличаются исключительной точностью. Форма переднего и заднего фронтов телеграфного сигнала оказалась очень чистой с минимальными искажениями. На скорости 40 WPM наблюдалось некоторое сокращение длительности знаков в режиме полного дуплекса, но этот эффект практически исчез в режиме полудуплекса. В режиме АМ выходной сигнал также отличался чистотой и малым уровнем искажений.

**Работа в эфире.** Модель FT DX 5000 имеет представительный вид и большое число органов управления на передней панели. При этом органы управления расположены в очень логичном порядке, поэтому время поиска при манипуляциях минимально. Надписи на органах управления выполнены четко и ясно, что является традицией Yaesu, однако имеются некоторые погрешности, что обычно бывает при выпуске новой модели. Расположение и размер органов управления исключительно удобны, но при ярком освещении информацию на дисплее и в особенности подсветку кнопок очень трудно считывать. Дисплей монитора SM-5000 слишком затемненный. Ручка усиления НЧ левого канала (А), почему-то расположена справа, а ручка усиления НЧ правого канала – соответственно слева, что в общем нелогично.

Приемник показал себя превосходно как при приеме слабых, так и при приеме сильных сигналов. Фильтры продемонстрировали исключительно хорошую работу, и даже при ширине полосы 50 Гц в режиме CW «звон» фильтра оказался минимальным. Notch-фильтры работают также очень хорошо, обеспечивая глубокое подавление нежелательной помехи. Автоматический notch-фильтр срабатывал очень быстро. Цифровой шумоподавитель показал себя достаточно «агрессивно», и оказался в некоторых ситуациях очень эффективным, система Contour несомненно также хорошо работает. Качество звукового сигнала, воспроизводимого через внутренний динамик, достаточно хорошее, для улучшения восприятия имеет смысл использовать динамики SM-5000. Как мне показалось, установка «тихий звук» дает в итоге наилучшее качество звучания. Если прием ведется по одному каналу, то

выходной сигнал распределяется по динамикам SM-5000. При включении фазовращателя, который подает сигналы на динамики в противофазе, наблюдается спад низких частот и ощущение акустической интерференции при перемещении, что вызывает утомление. Это не удивительно, поскольку установка стерео hi-fi головок противоречит всем правилам.

Я пытался найти следы пролезания сигналов через побочный канал приема, отнесенный от основного на 425 кГц. На частоте 7005кГц я смог обнаружить присутствие вещательной станции, работавшей в течение вечера на частоте 7430 кГц с уровнем сигнала на 40-50дБ превышающем уровень S-9. Других столь же громких станций, способных «пролезть» в приемный тракт я не услышал. Обобщая этот опыт, можно сказать, что вряд ли это является серьезной проблемой, поскольку число мощных станций, отстоящих на 425 кГц от частот любительских диапазонов достаточно мало. Если имеется подозрение, что происходит «пролезание» мощной станции, можно воспользоваться преселектором VRF.

При проведении измерений я обнаружил, что оба приемника при установке одинаковой частоты ( $A=B$ ) не встают строго на одинаковую частоту, но немного различаются: примерно 0.2 Гц в режиме SSB и чуть меньше в CW. При этом когерентность фазы нарушается и эффективность некоторых режимов разнесенного приема падает.

Спектральный дисплей SM-5000 оказался весьма полезным, но в режиме CTR наблюдалась заметная задержка. Как и в других устройствах такого рода, разрешение дисплея гораздо хуже разрешения, достижимого с помощью SDR приемников. По видимому наиболее эффективной бы оказалась комбинация FT DX 5000 и SDR приемника, имеющего вход по ПЧ 9 МГц, особенно в случае настройки трансивера непосредственно кликами по надписям экрана компьютера.

APU в условиях помех работает гораздо лучше, чем в более ранних моделях с DSP-процессором. Работа с памятью мне показалась гораздо более неудобной, чем в более ранних моделях – требуется нажимать больше кнопок. Звучание аппарата по низкой частоте оказалось достаточно чистым, но несколько менее полновзвучным по сравнению с некоторыми другими моделями. Звучание станций вещательного диапазона оказалось превосходным.

В режиме передачи, при использовании штатного микрофона качество аудиосигнала оказалось достаточно приемлемым. При подключении микрофона Neil качество сигнала ощутимо возросло. Оказалось наиболее важным не «перекачивать» трансивер и выставлять компрессию на минимально возможный уровень. Манипуляция телеграфного сигнала также очень чистая: имеются небольшие всплески при переключении, но этим можно вполне пренебречь.

**Выводы:** модель FT DX 5000 – впечатляющий трансивер, обладающий исключительным набором характеристик, великолепной эргономикой и самым большим динамическим диапазоном по соседнему каналу из всех известных на сегодняшний день моделей. Единственным поводом для беспокойства является уровень подавления побочных каналов приема. При таком внимании к достижению исключительных характеристик приема по соседнему каналу, наверное, следовало бы уделить больше внимания борьбе с побочными каналами приема. Тем не менее, пока нельзя сказать, как это скажется на качестве приема в реальной эфирной обстановке.

В качестве последнего замечания – я подыскивал замену основному КВ аппарату на моей станции, поскольку моему FT-1000MP уже 12 лет! Очень хорошо, что появился этот аппарат.

#### **Таблица 1. Измеренные характеристики модели FTDX5000**



ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНИКА VFO A

ЧАСТОТА	ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ SSB 10 дБ С/Ш			ВХОДНОЙ СИГНАЛ ПРИ S-9		
	ИРО1	ПРЕДУС. 1	ПРЕДУС. 2	ИРО1	ПРЕДУС.1	ПРЕДУС.2
1.8MHz	0.8µV (-109dBm)	0.2µV (-121dBm)	0.14µV (-124dBm)	125µV	32µV	10µV
3.5MHz	0.6µV (-111dBm)	0.16µV (-123dBm)	0.09µV (-128dBm)	140µV	35µV	10µV
7MHz	0.7µV (-110dBm)	0.18µV (-122dBm)	0.1µV (-127dBm)	140µV	35µV	10µV
10MHz	0.9µV (-108dBm)	0.22µV (-120dBm)	0.11µV (-126dBm)	140µV	35µV	10µV
14MHz	0.6µV (-111dBm)	0.18µV (-122dBm)	0.09µV (-128dBm)	140µV	35µV	10µV
18MHz	0.7µV (-110dBm)	0.18µV (-122dBm)	0.1µV (-127dBm)	140µV	35µV	10µV
21MHz	0.7µV (-110dBm)	0.18µV (-122dBm)	0.09µV (-128dBm)	140µV	35µV	10µV
24MHz	0.8µV (-109dBm)	0.2µV (-121dBm)	0.09µV (-128dBm)	140µV	35µV	10µV
28MHz	0.8µV (-109dBm)	0.2µV (-121dBm)	0.09µV (-128dBm)	140µV	35µV	10µV
50MHz	1.1µV (-106dBm)	0.3µV (-118dBm)	0.11µV (-126dBm)	140µV	35µV	8µV

ПОКАЗАНИЯ S-МЕТРА (7MHz)	ИРО1	ШИРИНА ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ РУФИНГ-ФИЛЬТР	ШИРИНА ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ПО УРОВНЮ			
			-6dB	-60dB	-70dB	-80dB
S1	2.8µV	2.4kHz/3kHz roof				
S3	5.6µV	КРУТОЙ	2507Hz	3044Hz	3101Hz	3142Hz
S5	8.9µV	СРЕДНИЙ	2561Hz	3249Hz	3344Hz	3442Hz
S7	18µV	ПОЛОГНИЙ	2683Hz	3710Hz	3889Hz	4097Hz
S9	35µV	500Hz/600Hz roof				
S9+20	350µV	КРУТОЙ	525Hz	660Hz	683Hz	767Hz
S9+40	3.5mV	СРЕДНИЙ	535Hz	709Hz	745Hz	849Hz
S9+60	28mV	ПОЛОГНИЙ	558Hz	788Hz	852Hz	1020Hz

ИНТЕРМОДУЛЯЦИЯ (разнос тонов 15 кГц) ширина полосы пропускания 2400 Гц руфинг-фильтр 6 кГц USB

Частота	ИРО1		ПРЕДУС. 1		ПРЕДУС. 2	
	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона
1.8MHz	+33dBm	101dB	+21dBm	101dB	+1dBm	90dB
3.5MHz	+34.5dBm	104dB	+22.5dBm	104dB	+11dBm	99dB
7MHz	+37.5dBm	105dB	+26dBm	105dB	+18dBm	103dB
14MHz	+36dBm	105dB	+24dBm	104dB	+12dBm	100dB
21MHz	+36dBm	104dB	+24dBm	104dB	+13dBm	101dB
28MHz	+35dBm	103dB	+22.5dBm	102dB	+12dBm	100dB
50MHz	+38dBm	103dB	+25dBm	102dB	+12dBm	99dB

ИНТЕРМОДУЛЯЦИЯ ПО СОСЕДНЕМУ КАНАЛУ 7 МГц ширина полосы 500 кГц CW режим ИРО1 РУФИНГ 15 КГц

Частотный разнос	РУФИНГ 15 КГц		РУФИНГ 6 КГц		РУФИНГ 3 КГц		РУФИНГ 600 Гц	
	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона	интермодуляция 3-го порядка	динамический диапазон 2 тона
0.5kHz	-8.5dBm	77dB	-8.5dBm	77dB	-5dBm	80dB	+30.5dBm	104dB
1kHz	-8.5dBm	77dB	-8.5dBm	77dB	+6.5dBm	88dB	+36.5dBm	108dB
1.5kHz	-8.5dBm	77dB	-8.5dBm	77dB	null	null	+37dBm	109dB
2kHz	-8.5dBm	77dB	-4dBm	80dB	+33.5dBm	106dB	+37dBm	109dB
3kHz	-8.5dBm	77dB	+3.5dBm	85dB	+36.5dBm	108dB	+38dBm	109dB
4kHz	-2.5dBm	81dB	+24.5dBm	99dB	+37dBm	108dB	+38dBm	109dB
5kHz	null	null	+39.5dBm	109dB	+38dBm	109dB	+38dBm	109dB
7kHz	+21.5dBm	97dB	+39dBm	109dB	+38dBm	109dB	+38dBm	109dB
10kHz	+38dBm	108dB	+39dBm	109dB	+38dBm	109dB	+38dBm	109dB
15kHz	+38dBm	108dB	+38dBm	108dB	+38dBm	109dB	+38dBm	109dB
20kHz	+38dBm	108dB	+38dBm	108dB	+38dBm	109dB	+38dBm	109dB

ОБРАТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

ЧАСТОТНЫЙ РАЗНОС	ШП ПО УРОВНЮ 3 дБ 500 Гц		ЗАБИТНЕ ПРЕДУСЛНИТЕЛЬ 1		
	VFO-A	VFO-B	15 kHz ROOF	6kHz ROOF	3kHz ROOF
0.5kHz	86dB	not meas	-32dBm	-32dBm	-32dBm
1kHz	96dB	89dB	-32dBm	-32dBm	-32dBm
2kHz	104dB	97dB	-32dBm	-32dBm	+6dBm
3kHz	107dB	100dB	-32dBm	-32dBm	+14dBm
5kHz	112dB	104dB	-32dBm	-15dBm	+14dBm
10kHz	114dB	108dB	0dBm	+14dBm	+14dBm
15kHz	112dB	109dB	+4dBm	+15dBm	+15dBm
20kHz	111dB	109dB	+13dBm	+15dBm	+15dBm
30kHz	106dB	109dB	+15dBm	+15dBm	+15dBm
50kHz	103dB	108dB	+15dBm	+15dBm	+15dBm
100kHz	98dB	106dB	+15dBm	+15dBm	+15dBm
200kHz	96dB	107dB	+15dBm	+15dBm	+15dBm

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАТЧИКА

ЧАСТОТА	CLASS AB	CLASS A	ПРОДУКТЫ ИНТЕРМОДУЛЯЦИИ		УРОВЕНЬ ГАРМОНИК
	ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ	ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ	-CLASS AB-- 3rd/5th порядок	---CLASS A--- 3rd/5th порядок	
1.8MHz	200W	75W	-34/-46dB	-40/-56dB	<-70dB
3.5MHz	208W	76W	-40/-45dB	-40/-58dB	<-70dB
7MHz	202W	76W	-42/-44dB	-42/-54dB	<-70dB
10MHz	204W	76W	-43/-43dB	-42/-54dB	<-70dB
14MHz	204W	75W	-50/-50dB	-41/-56dB	<-70dB
18MHz	208W	77W	-34/-43dB	-40/-54dB	<-70dB
21MHz	208W	77W	-32/-47dB	-42/-54dB	<-70dB
24MHz	207W	76W	-36/-43dB	-38/-52dB	<-70dB
28MHz	205W	77W	-40/-44dB	-41/-55dB	<-70dB
50MHz	205W	76W	-30/-46dB	-40/-56dB	<-70dB

Дополнения:

**Приемник.**

Чувствительность в режиме АМ (28МГц) с предусилителем 1 составляет 1.3 мкВ для соотношения С/Ш 10 дБ при глубине модуляции 30%.

Чувствительность в режиме ЧМ (28 МГц) с предусилителем 1 составляет 0.4 мкВ для SINAD 12 дБ и максимальной пиковой девиацией 3 кГц

Уровень срабатывания АРУ с предусилителем 1 - 2 мкВ

При изменении уровня входного сигнала на 100дБ выше порога срабатывания АРУ изменение уровня выходного НЧ сигнала менее 1 дБ

Время нарастания АРУ 1-2 мс

Время спада АРУ – согласно установленному значению

Максимальный коэффициент искажения НЧ тракта – 1%, выходная мощность 3.5 Вт нагрузка 4 Ом

Интермодуляционные продукты внутри диапазона от -40 до -50 дБ

**Передатчик.**

Чувствительность микрофонного входа 0.2 мВ по уровню максимума

Девиация частоты в режиме ЧМ 2 кГц – узкая ЧМ/4 кГц – широкая ЧМ

Скорость переключения прием/передача SSB: блокировка/передача – 40 мс, передача/блокировка – 4 мс, блокировка/прием – 60 мс, прием/блокировка – 4 мс

**Примечание:**

Все входные напряжения даны приведенными в антенному входу трансивера. Если не указано иначе, все измерения сделаны в режиме USB с выключенным предусилителем (режим IPO1), шириной полосы 2.4 кГц и рифинг-фильтром 6 кГц.