

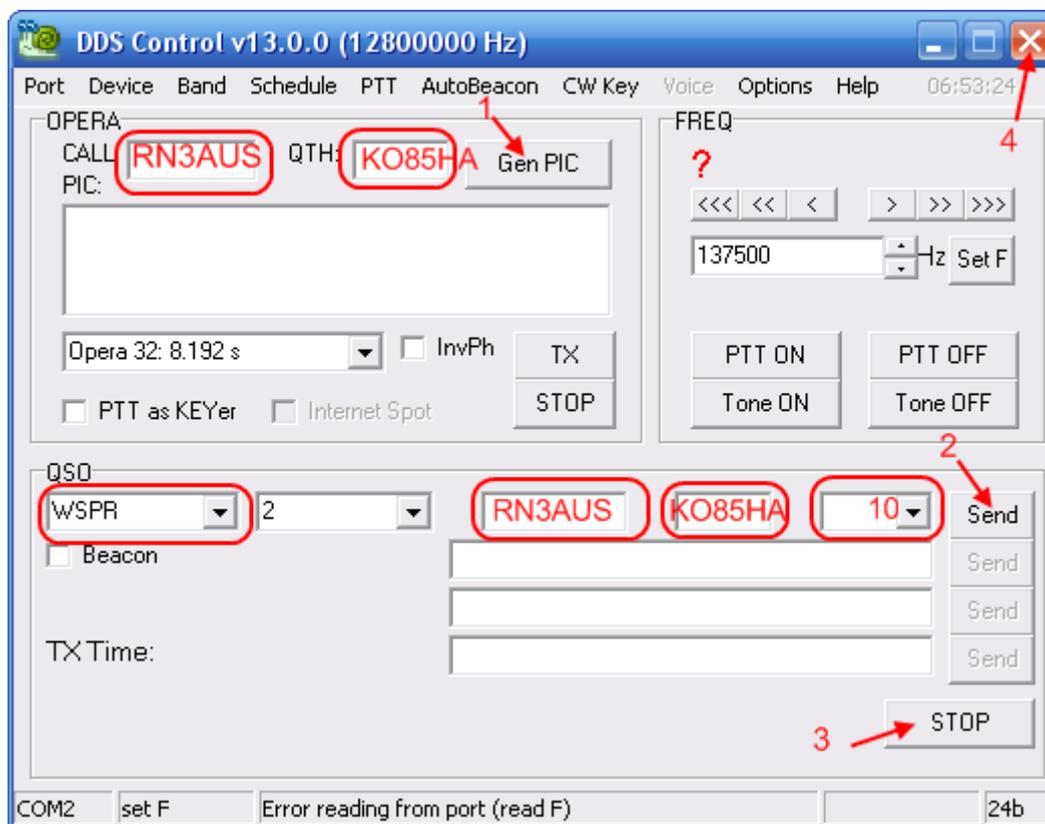
DDS синтезатор RN3AUS
Программа управления DDS_ctrl.exe
Руководство оператора

Содержание :

1. Установка программы, настройки	2
2. Подключение синтезатора	4
3. Если нет синтезатора.	6
4. Работа с программой	8
4.2 Выбор режима и длительности	11
4.3 Ввод сообщения	14
4.4 Старт передачи	15
4.4.1 Как работает РТТ	17
4.5 Процесс передачи	18
4.6 Особенности передачи в разных режимах.	20
4.6.1 OPERA	20
4.6.2 WSPR	21
4.6.3 CW	22
4.6.4 HELL	26
4.6.5 DFCW	30
4.6.6 VOICE	32
а) Частотная модуляция FM.	34
б) Амплитудная модуляция AM.	35
в) Фазовая модуляция BPSK.	35
4.7 Стоп передачи	38
4.8 Режим Beacon	39
5. Работа по расписанию	39
6. Автономный маяк	44
7. Дополнительные возможности	49
7.1 Генератор качающейся частоты.	49
7.2 Частотный скроллер	50
7.3 Калибровка синтезатора	52
7.4 Использование PSKReporter и DX Spider.	53
8. Файл настроек DDS_ctrl.ini	55
9. Протокол управления синтезатором	61
10. Синтезатор	64
11. Заключение	67

1. Установка программы, настройки

Программа не требует установки, просто скопируйте ее на жесткий диск. Запустите программу. Появится окно с незаполненными полями. Введите свой позывной CALL и QTH, нажмите кнопку GenPIC:



В панели QSO в выпадающем списке выберите режим WSPR и заполните три открывшихся поля – CALL, QTH и PWR. Нажмите кнопку Send, затем Stop. Все это нужно для формирования и записи в INI-файл Ваших индивидуальных настроек.

В меню **Options->Language->** выберите желаемый язык интерфейса программы.

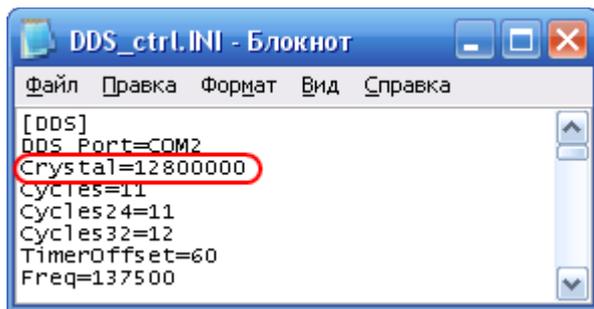
Теперь **закройте** программу. Все данные сохранятся в INI-файле.

В той же папке, где находится файл DDS_Ctrl.exe, появился файл настроек **DDS_Ctrl.INI**. Откройте его с помощью любого текстового редактора, например «Блокнот». Найдите строку

[DDS]

Crystal=12800000

и введите точное значение частоты опорного генератора Вашего синтезатора в Герцах.



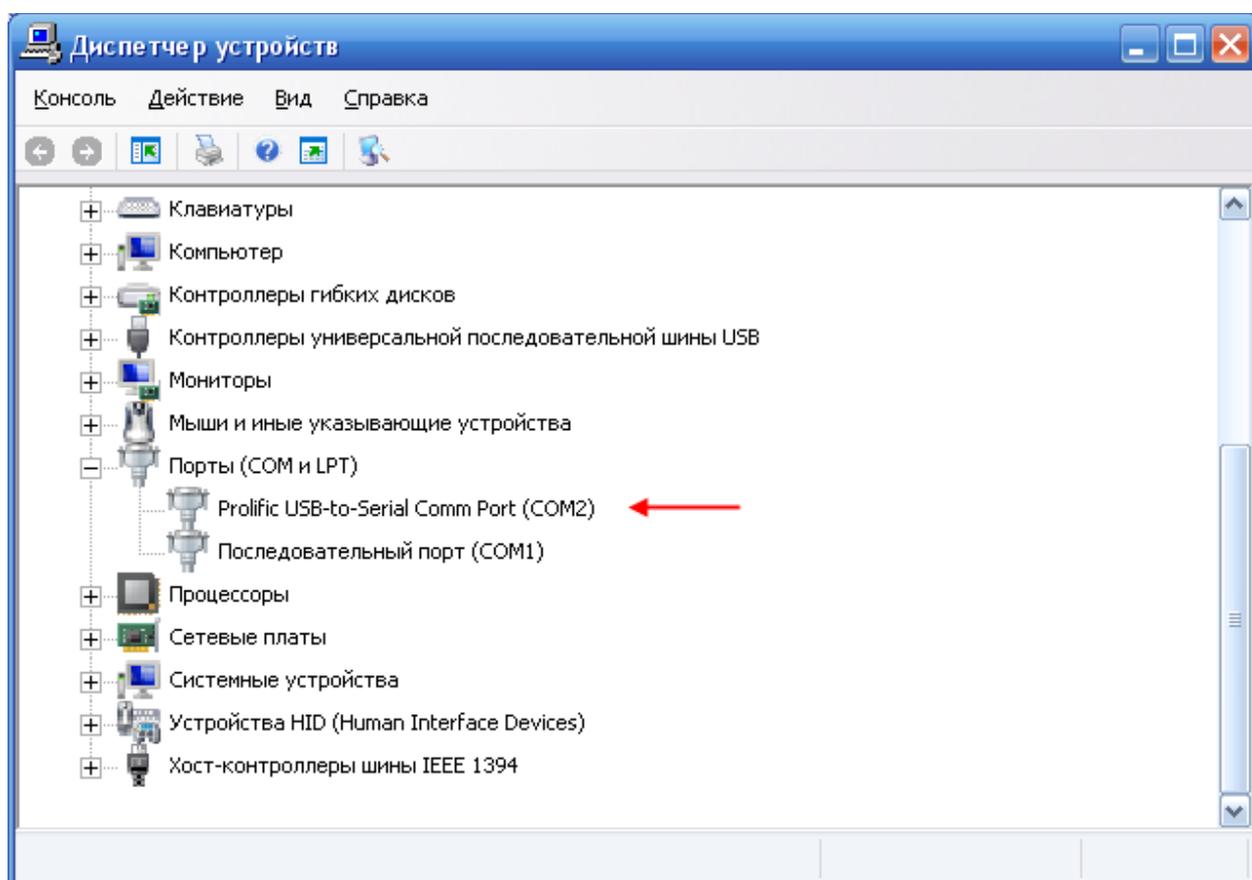
```
[DDS]
DDS_Port=COM2
Crystal=12800000
Cycles=11
Cycles24=11
Cycles32=12
TimerOffset=60
Freq=137500
```

Сохраните изменения. Теперь программа имеет необходимый минимум настроек, можно подключать синтезатор.

2. Подключение синтезатора

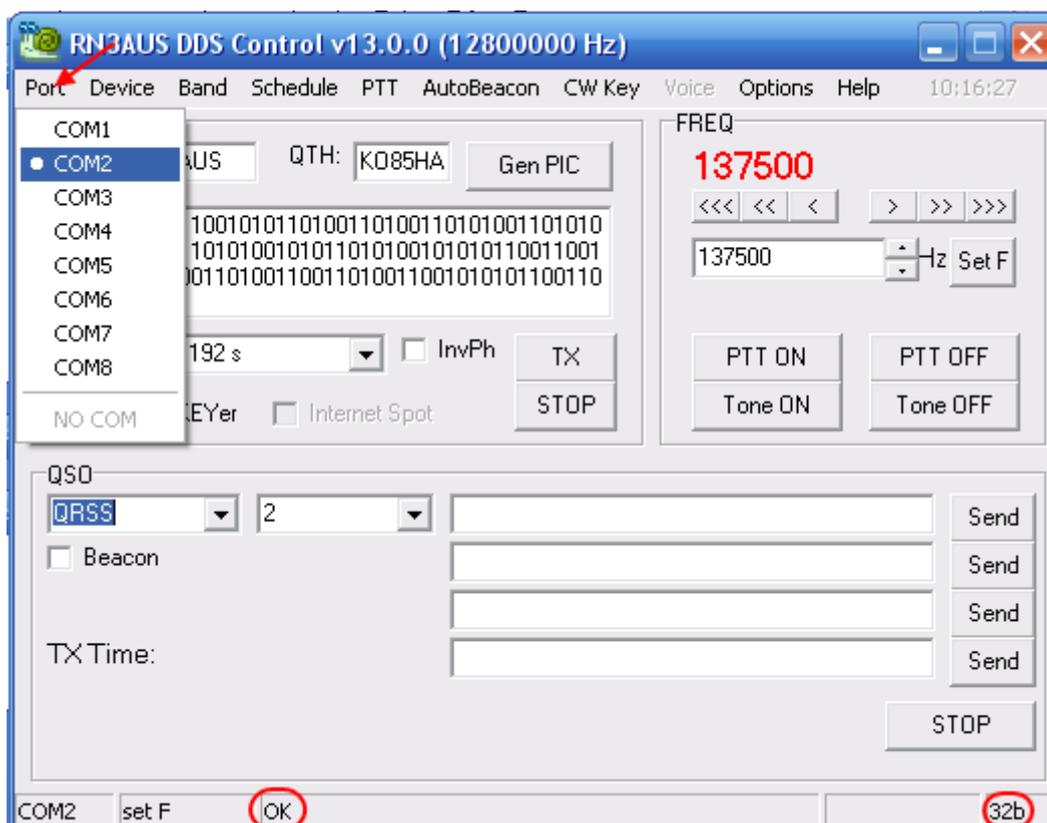
Синтезатор может быть подключен к компьютеру либо непосредственно к COM-порту (если он есть), либо, что бывает чаще, с помощью кабеля-переходника USB-to-COM. Выбирайте качественный переходник! Хорошо работают устройства серии Prolific. Подключите переходник к USB-порту компьютера. Как правило, устройство будет автоматически опознано операционной системой. Иногда может потребоваться установка драйвера. В результате в системе должен появиться новый COM-порт:

Панель управления -> Система -> Оборудование -> Диспетчер устройств -> Порты COM и LPT

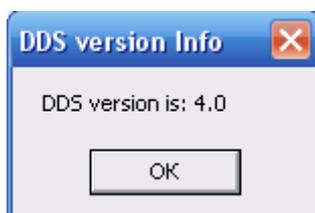


Номер этого COM-порта нужно запомнить. В данном примере это COM2.

Подсоединив синтезатор кабелю, включаем его. Запускаем программу DDS_ctrl.exe. В меню Port выбираем нужный COM-порт. В строке статуса должна появиться надпись «OK». Если прошивка синтезатора имеет версию v.3 и выше, включится режим 32 бита.



Узнать версию прошивки и запросить состояние синтезатора можно в меню **Help -> DDS version?**



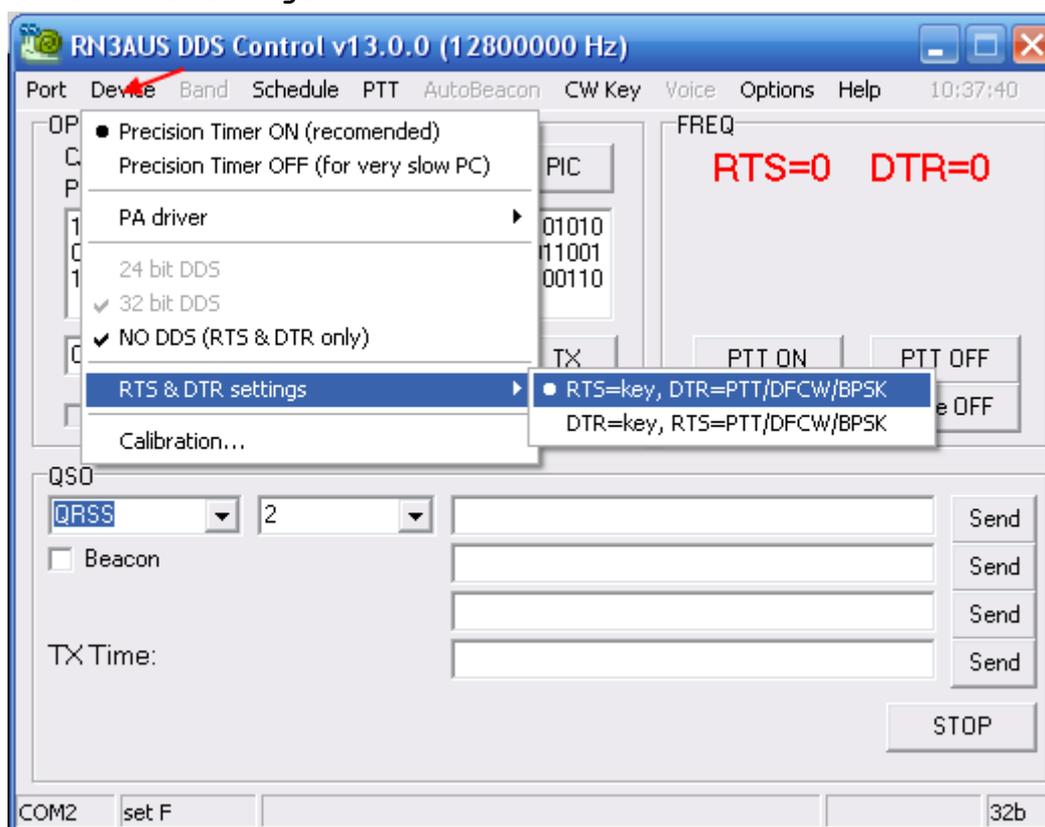
Проверить управляется ли синтезатор можно с помощью кнопок **PTT ON/PTT OFF** и **Tone ON/Tone OFF**.

Если синтезатор не управляется, либо в строке статуса появляется сообщение об ошибке – возможно, корпуса компьютера и синтезатора не заземлены и на управляющем кабеле присутствует паразитное напряжение, нарушая его нормальную работу. Соедините корпус компьютера и синтезатора с шиной заземления. Закройте программу, выключите синтезатор, отключите кабель от компьютера. Затем подсоедините кабель, включите питание синтезатора и запустите программу. Обычно после этих действий все начинает работать нормально.

3. Если нет синтезатора.

Программу можно использовать и без синтезатора для управления каким-либо внешним устройством с помощью сигналов DTR и RTS COM-порта, аналогично тому, как это делается в известной программе QRS.exe от ON7YD.

Для этого нужно выбрать пункт в меню **Device -> NO DDS (RTS&DTR ONLY)** и определить функции сигналов RTS и DTR в подменю **RTS&DTR settings**.



Без синтезатора доступны следующие режимы: CW, QRSS, OPERA, DFCW, RTTY, PSK, WOLF, EbNaut, VOICE AM/FM/BPSK. Сигналы RTS и DTR при этом имеют следующее назначение (в зависимости от выбранной настройки):

«**Device->RTS&DTR settings->RTS=key,DTR=PTT/DFCW/BPSK**»

Режим	RTS	DTR
CW QRSS OPERA VOICE-AM	KEY (манипуляция: вкл/откл несущей)	PTT (вкл. ПРД)
DFCW VOICE-FM	Вкл/откл несущей	Сдвиг частоты
PSK WOLF EbNaut VOICE-BPSK	Вкл/откл несущей	Управление инверсией фазы: 1 - инвертировать 0 - без инверсии

«Device->RTS&DTR settings->DTR=key,RTS=PTT/DFCW/BPSK»

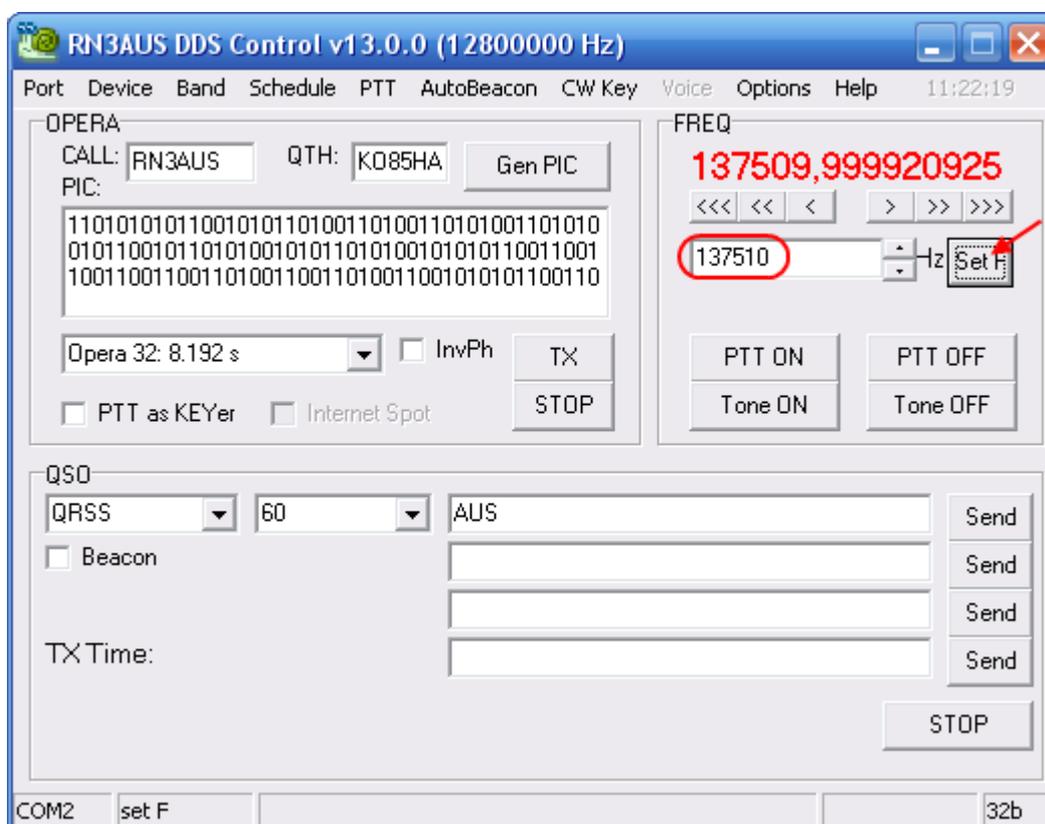
Режим	RTS	DTR
CW QRSS OPERA VOICE-AM	РТТ (вкл. ПРД)	KEY (манипуляция: вкл/откл несущей)
DFCW VOICE-FM	Сдвиг частоты	Вкл/откл несущей
PSK WOLF EbNaut VOICE-BPSK	Управление инверсией фазы: 1 - инвертировать 0 - без инверсии	Вкл/откл несущей

Для осуществления фазовой манипуляции можно использовать, например, логический элемент XOR (исключающее ИЛИ).

4. Работа с программой

4.1. Установка частоты

Управление частотой осуществляется в панели FREQ. В текстовом поле вводится частота в Герцах, для разделения целой и дробной части служит десятичная точка. Двойной щелчок мыши в этом поле очищает его. Запись частоты в синтезатор происходит по нажатию кнопки **Set F**. В ответ синтезатор возвращает фактически установленную частоту, которая всегда кратна минимальному шагу. Этот шаг равен $Step24 = F_{crystal} / 11/2^{24}$ для режима 24 бита и $Step32 = F_{crystal} / 12/2^{32}$ в 32-х битном режиме. Например, для $F_{crystal} = 12800000$ Гц $Step24 = 0.0693581...Гц$, $Step32 = 0.00024835...Гц$.



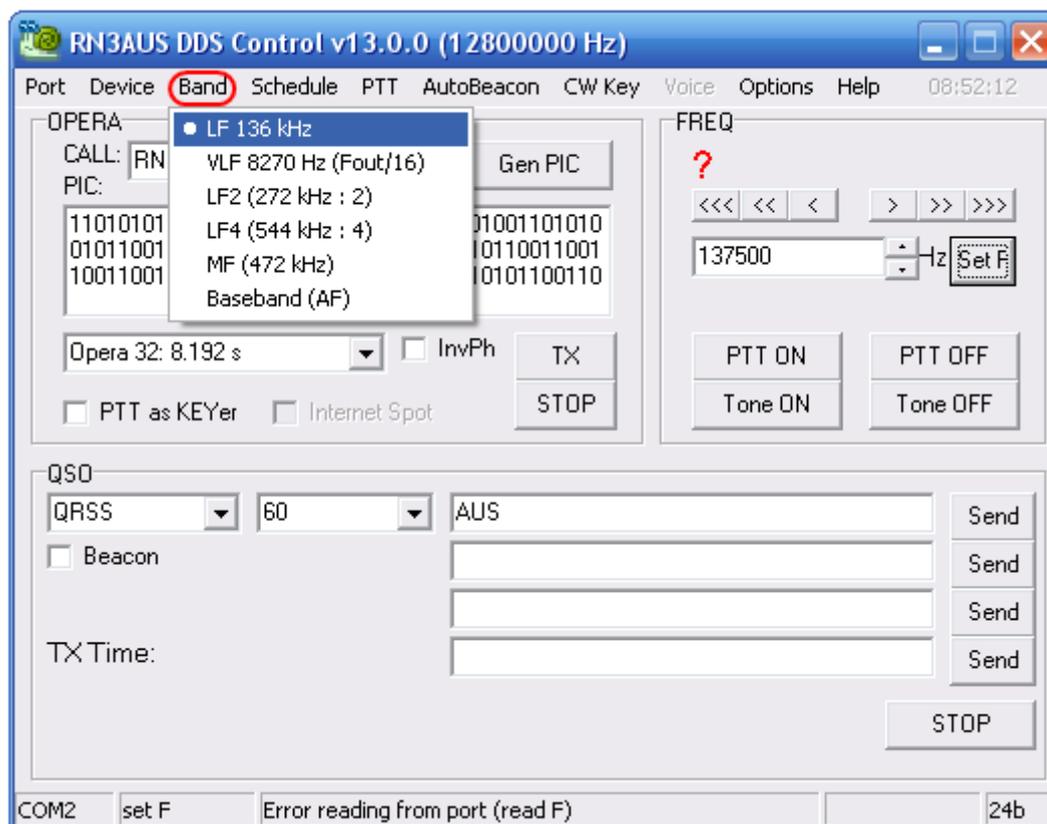
В самых первых вариантах прошивки синтезатора была реализована разрядность частоты только 24 бита, последующие версии прошивок работают с 24-мя и 32-мя битами. Выбор разрядности представления частоты происходит автоматически, однако его можно переключать и вручную с помощью меню **Device -> 24 bit DDS** или **32 bit DDS**.

Иногда, после нескольких автоматических переключений из 24 в 32 бита и обратно, может встречаться проблема с отображением установленной частоты (когда индицируется что-то очень сильно отличающееся от рабочей частоты). Это означает, что синтезатор

находится, скажем, в 32 битном режиме, а программа DDS_ctrl воспринимает получаемую от него частоту как 24-битную. Чтобы восстановить «синхронизацию», выберите **Device -> 32 bit** и затем нажмите кнопку **SetF**.

Рядом с полем ввода частоты находятся небольшие кнопки для изменения частоты на +- один шаг и на 1 Гц, 10 Гц и 100 Гц.

Частота, формируемая синтезатором, зависит от выбранного диапазона



Для вариантов **LF**, **MF**, **Baseband (AF)** - частота синтезатора равна той, что индицируется в поле FREQ.

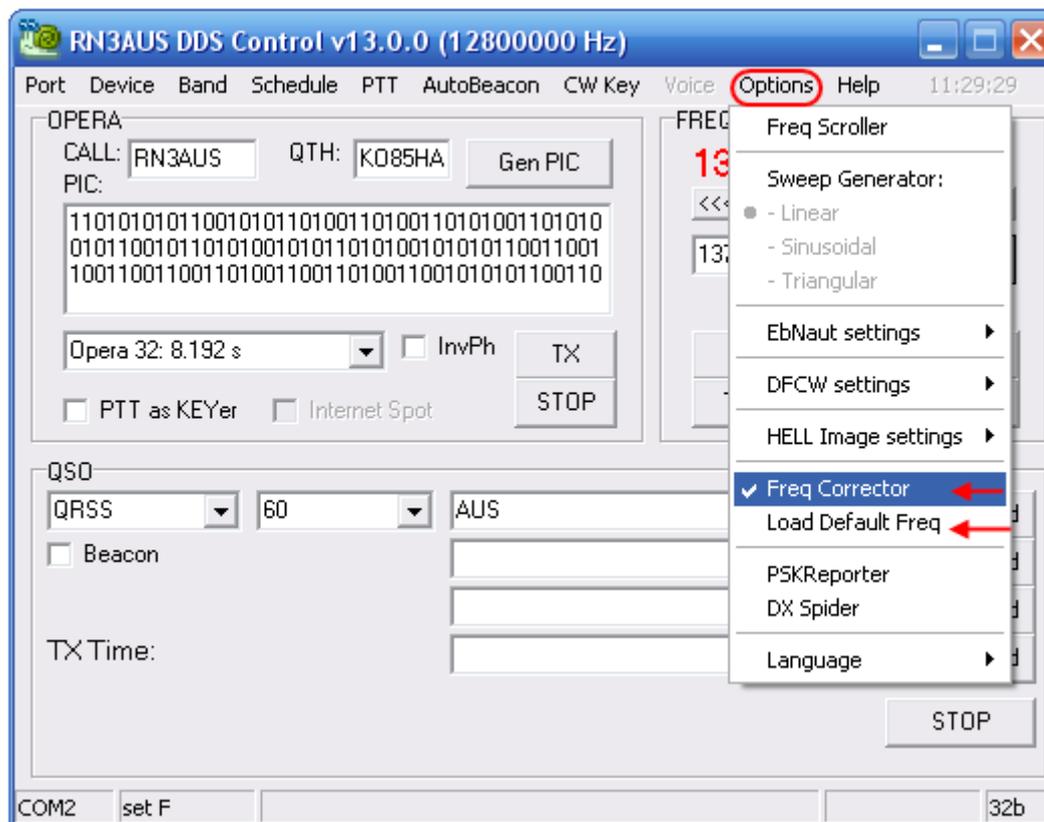
В ряде случаев на передатчик нужно подавать удвоенную или даже учетверенную частоту, в зависимости от типа драйвера. Для этого предусмотрены следующие варианты:

- **LF2** - формируется частота в два раза выше индицируемой,
- **LF4** - формируется частота в 4 раза выше индицируемой.

Для экспериментов на СДВ, где требования к точности установки частоты и ее стабильности еще более высоки, предусмотрен пункт меню **VLF**. В этом случае формируется частота в 16 раз выше

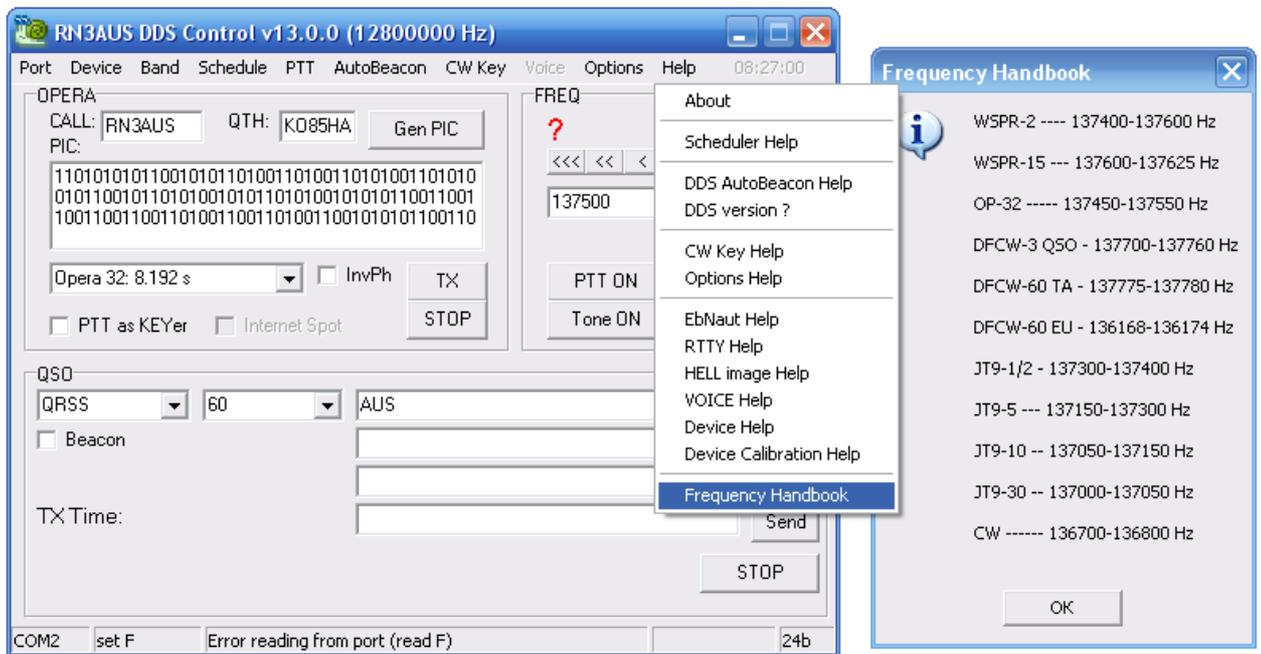
заданной. Соответственно, усилителю мощности должен предшествовать счетчик-делитель на 16.

В программе заложена возможность проверки правильности введенной частоты меню **Options->Freq Corrector**.



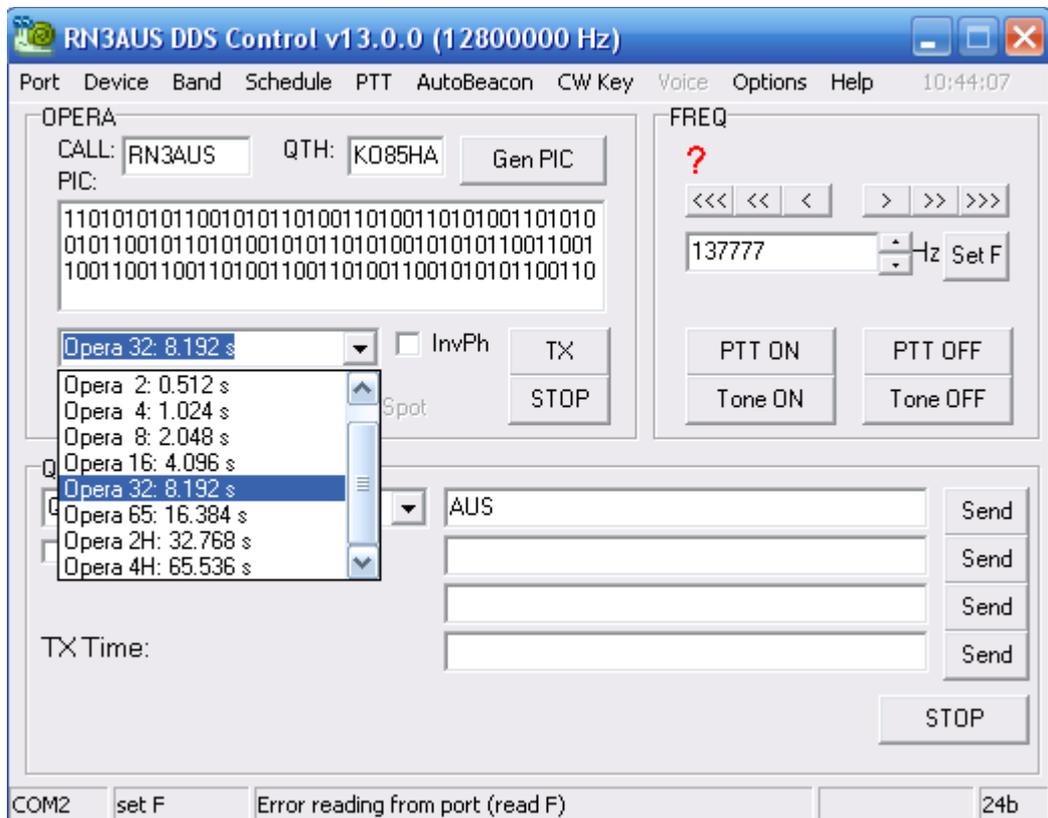
Если эта опция включена, при каждом старте передачи программа будет сравнивать установленную частоту с границами, отведенными для данного режима работы. Так, например, если установлен режим работы WSPR-2, то частота должна быть в пределах 137400-137600 Гц, а для WSPR-15 137600-137625 Гц. Если вводимая частота выходит за эти границы, она будет «подменяться» на некоторую случайно выбираемую частоту в их пределах. Если же также включена опция **Options->Load Default Freq**, то для каждого режима работы будет автоматически устанавливаться частота, заданная по умолчанию. Значения этих частот определены в INI-файле в секции [DEFAULT_FREQ] и их можно при желании изменить.

В меню **Help->Frequency Handbook** можно получить сведения о границах частот для различных режимов работы.

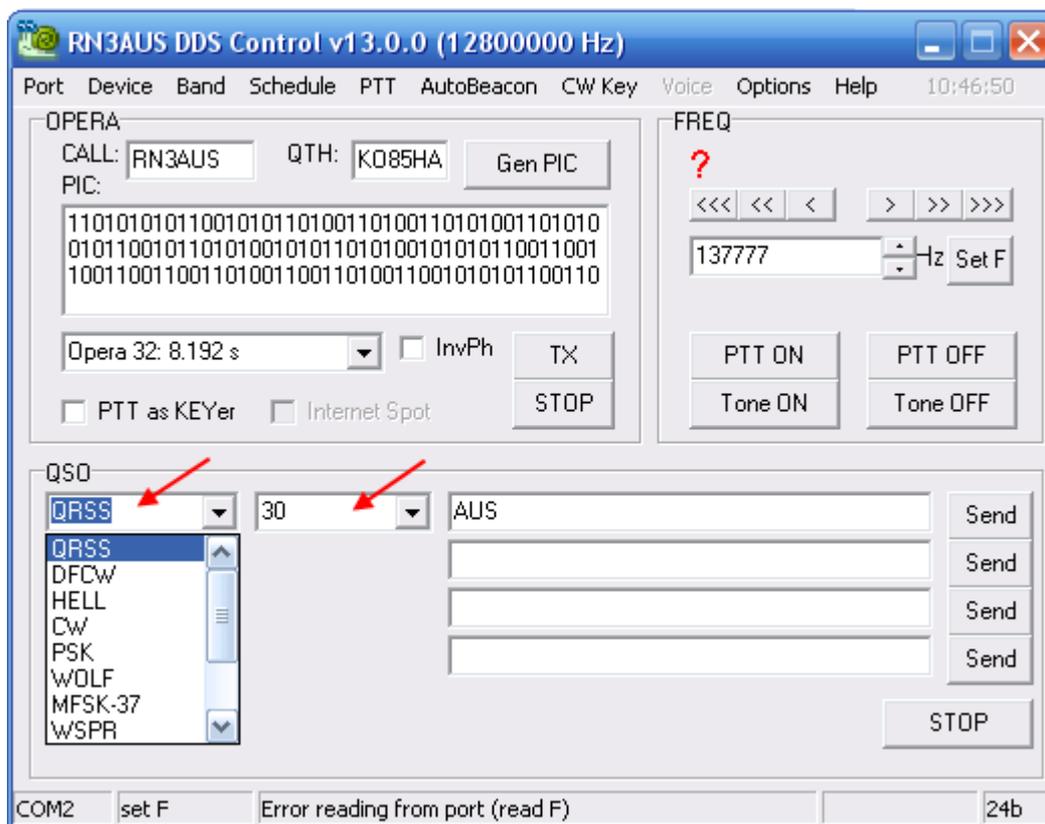


4.2. Выбор режима и длительности

Для режима OPERA, выделенного в отдельную панель (так исторически сложилось), выбор одной из стандартных длительностей осуществляется в выпадающем списке:



Все остальные режимы работы находятся на панели QSO в выпадающем списке: QRSS, DFCW, HELL, CW, PSK, WOLF, MFSK-37, WSPR-2 и -15, JT9, VOICE, RTTY, EBNAUT.



В зависимости от выбранного режима изменяется «наполнение» и смысл элементов выпадающего списка выбора длительности/скорости:

Mode	Длительность/скорость	Дополнительные параметры
QRSS DFCW MFSK-37	Длительность «точки», сек	
HELL	Скорость спектрограммы (сек\точка), на которой будет наблюдаться HELL. Например, HELL-60 удобно наблюдать на спектрограмме QRSS-60 Argo или SpectrumLab.	Появляется поле, двойной щелчок на нем - открытие файла изображения (.BMP) для передачи. Настройки в меню Options->Hell Image settings .

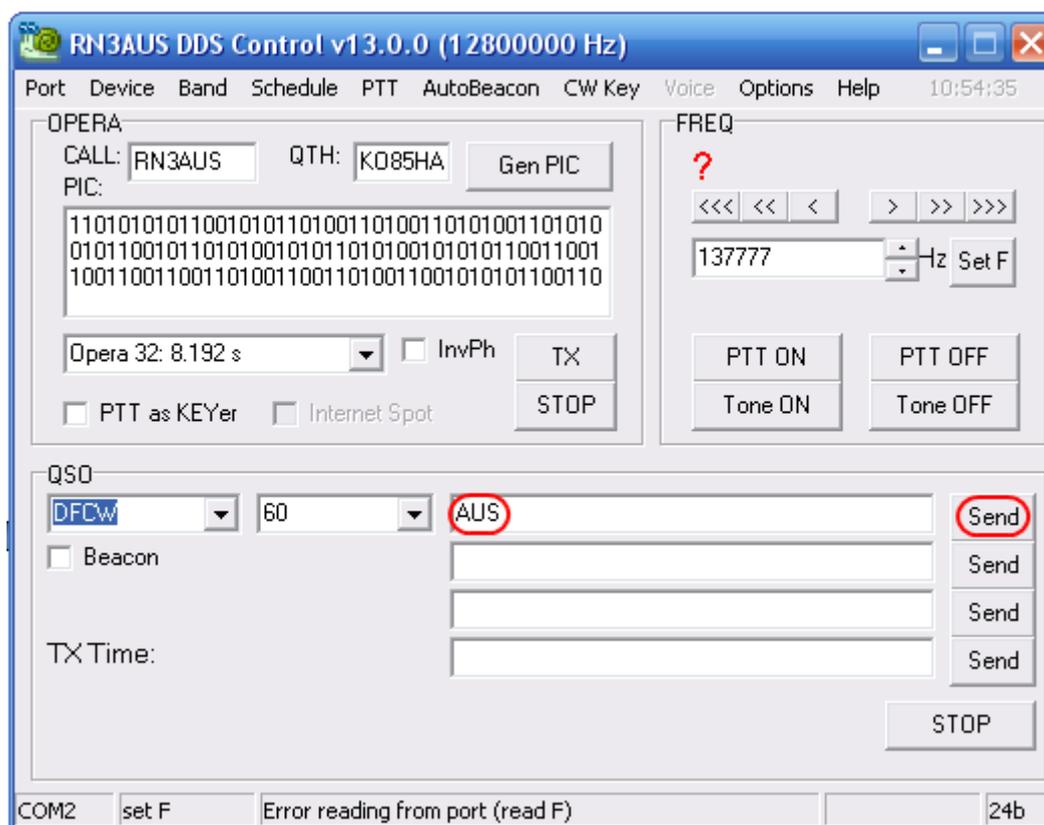
CW	Скорость передачи WPM по системе PARIS.	Появляется поле, нажатие левой или правой кнопкой мыши на нем включает несущую. Можно использовать мышь как телеграфный ключ. Настройки в меню CW Key
PSK	Скорость манипуляции, бод. При выборе значения PSK-31 скорость манипуляции равна 31,25 бод.	Информации предшествует синхропоследовательность из 30 «нулей» (чередование 0-180 градусов). По окончании - 30 «единиц» (несущая без манипуляции)
WOLF	Скорость манипуляции, бод	Появляется поле выбора количества фреймов (повторов) сообщения в одной передаче.
WSPR	Длительность передачи, мин. Стандартные значения: 2 (WSPR-2) и 16 (WSPR-15) - в 8 раз длиннее.	Открываются поля ввода позывного, QTH-локатора и уровня мощности. Момент начала передачи привязан к началу каждой 2-й (четной) для WSPR-2 или кратной 15-ти минуты (hh:00:00, hh:15:00, hh:30:00, hh:45:00) для WSPR-15. Ожидание этого момента происходит автоматически. В ini-файле есть секция параметров [WSPR]
JT9	Длительность передачи, мин	Момент начала передачи привязан (автоматически) к началу минуты, кратной выбранной длительности.
VOICE	Во сколько раз будет замедлена передаваемая речь	Появляется поле, щелчок правой кнопки мыши открывает меню настроек. Левая кнопка - загрузка WAV-фала для передачи. Рядом отображается установленный вид модуляции: FM, AM, BPSK
RTTY	Скорость модуляции, бод	Разнос частот [Гц] устанавливается в ini-файле: [RTTY] DF=170
EBNAUT	Длительность посылки (symbol period), сек	Открываются поля выбора кода и CRC. Момент начала передачи привязан к началу минуты, кратной параметру, задаваемому в меню Options->EbNaut settings...

Поле выбора скорости/длительности допускает не только выбор «готовых» вариантов, но и ввод значений вручную.

Как уже упоминалось, если активирована опция **Options->Load Defaul Freq**, то при выборе каждого режима и длительности в поле установки частоты будет автоматически вводиться соответствующее значение «частоты по умолчанию». Эти частоты хранятся в ini-файле и могут быть при желании изменены вручную.

4.3. Ввод сообщения

Тексты сообщений можно вводить в четырех текстовых полях панели QSO. Введенный текст запоминается в ini-файле и при повторном запуске программы снова выводится в соответствующем поле.



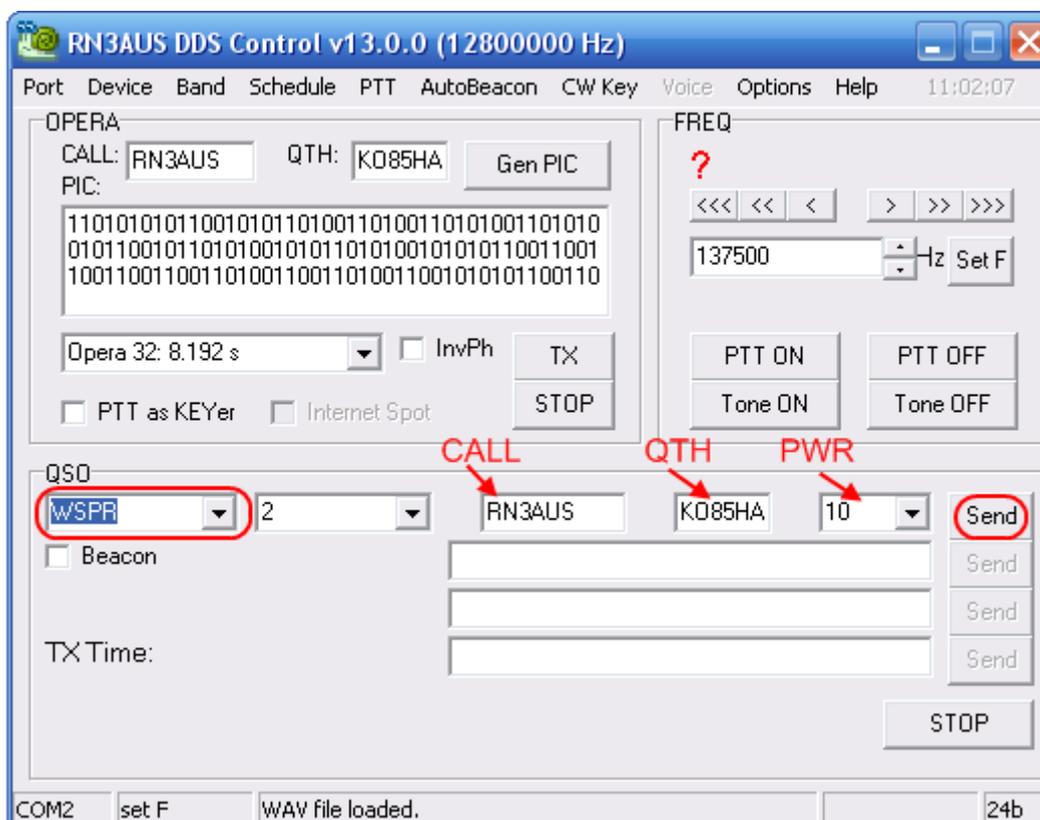
По нажатию кнопки **Send**, расположенной рядом с каждым из полей, осуществляется передача выбранного сообщения. На время передачи коррекция данного сообщения блокируется. Все остальные сообщения можно в это время редактировать.

Для JT9 максимальная длина сообщения ограничена 13 символами.

Для WOLF – 15 символов.

4.4. Старт передачи

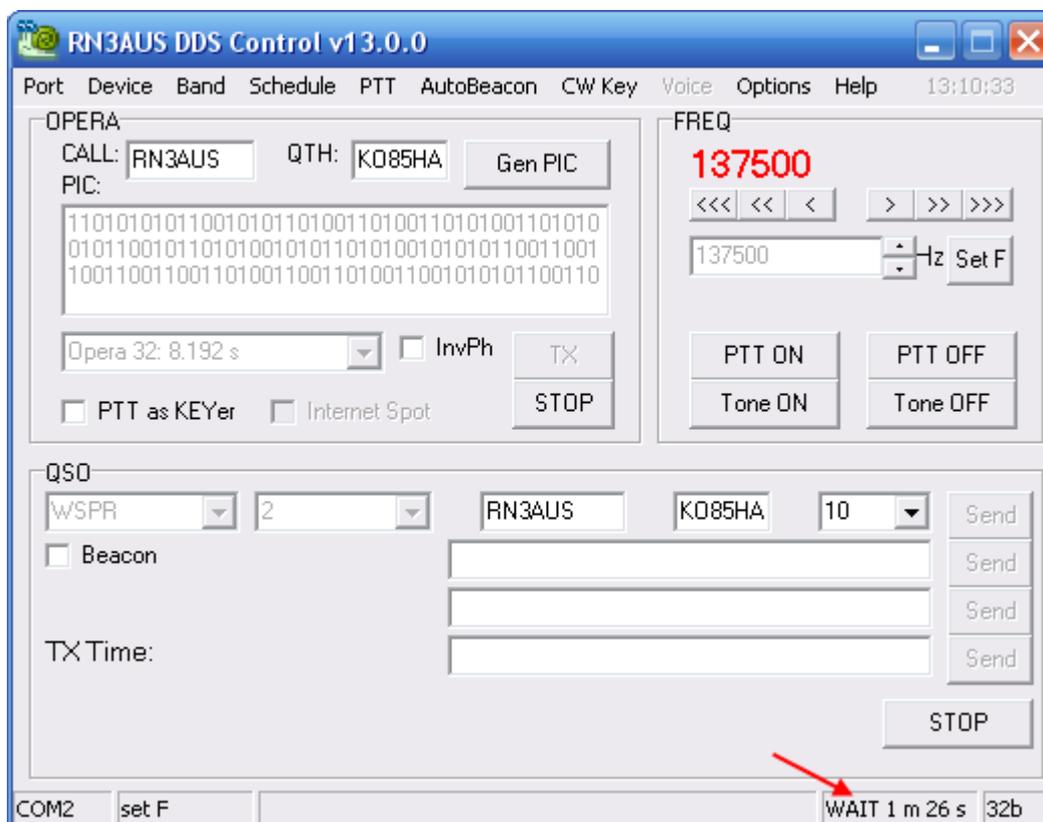
Старт передачи происходит по нажатию кнопки **TX** в панели OPERA, либо, для всех остальных режимов – одной из кнопок **Send** рядом с сообщениями. Для WSPR остается активной только единственная кнопка Send около параметров CALL, QTH, PWR.



Некоторые режимы работы являются синхронными, то есть передача должна начинаться в строго определенный момент времени. Таких режимов несколько:

Mode	Момент старта передачи	Где настраивается
WSPR-2	00 сек каждой четной минуты	
WSPR-15 "WSPR-16"	hh:00:00, hh:15:00, hh:30:00, hh:45:00	
JT9-1	00 сек каждой минуты	
JT9-2	00 сек каждой четной минуты	
JT9-5	00 сек минуты, кратной 5	
JT9-10	00 сек минуты, кратной 10	
JT9-30	hh:00:00, hh:30:00	
EbNaut	00 сек минуты, кратной параметру в ini-файле [EBNAUT] START_TIME_MULT=5	Меню Options->EbNaut settings... 5,10,15,20,30,40,50 мин (по умолчанию 5 мин)

Итак, если выбран один из этих режимов, кнопку Send можно нажимать в любой момент времени, привязка к точному времени произойдет автоматически. Запустится таймер ожидания требуемого момента времени:



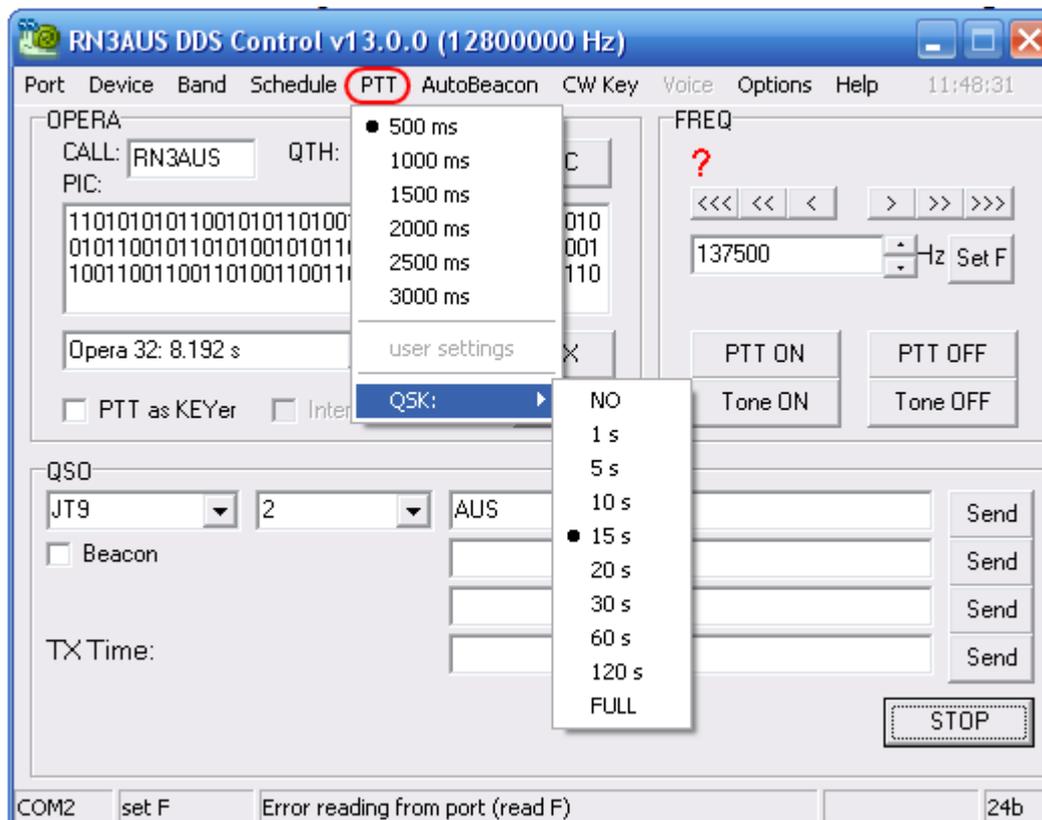
Если мы чуть-чуть опоздали нажать Send, то, если от момента начала периода прошло не больше 10 секунд, передача начнется с очередной посылки, которая должна была бы передаваться в этот момент времени. Так сделано, чтобы не терять целый период передачи при небольшом опоздании к началу, что особенно важно при проведении QSO в режиме JT9, где нужно успеть набрать текст ответа.

Как уже говорилось, если установлена опция **Options->Freq Corrector**, в момент начала передачи установленная частота сравнивается с границами, отведенными для выбранного режима работы. Если частота «неправильная», то она будет автоматически заменена на некоторое случайное «разрешенное» значение, либо, если также включена опция **Options->Load Defaul Freq**, на частоту «по умолчанию». Для каждого из режимов работы и диапазонов эти частоты по умолчанию хранятся в ini-файле и могут быть при желании изменены вручную.

4.4.1. Как работает PTT

Прежде чем начать передачу, необходимо включить передатчик, либо подать питание на усилитель мощности. Для этого служит команда PTT ON. Эта команда подается автоматически за определенное время до момента начала передачи.

Настройка осуществляется в меню **PTT**:

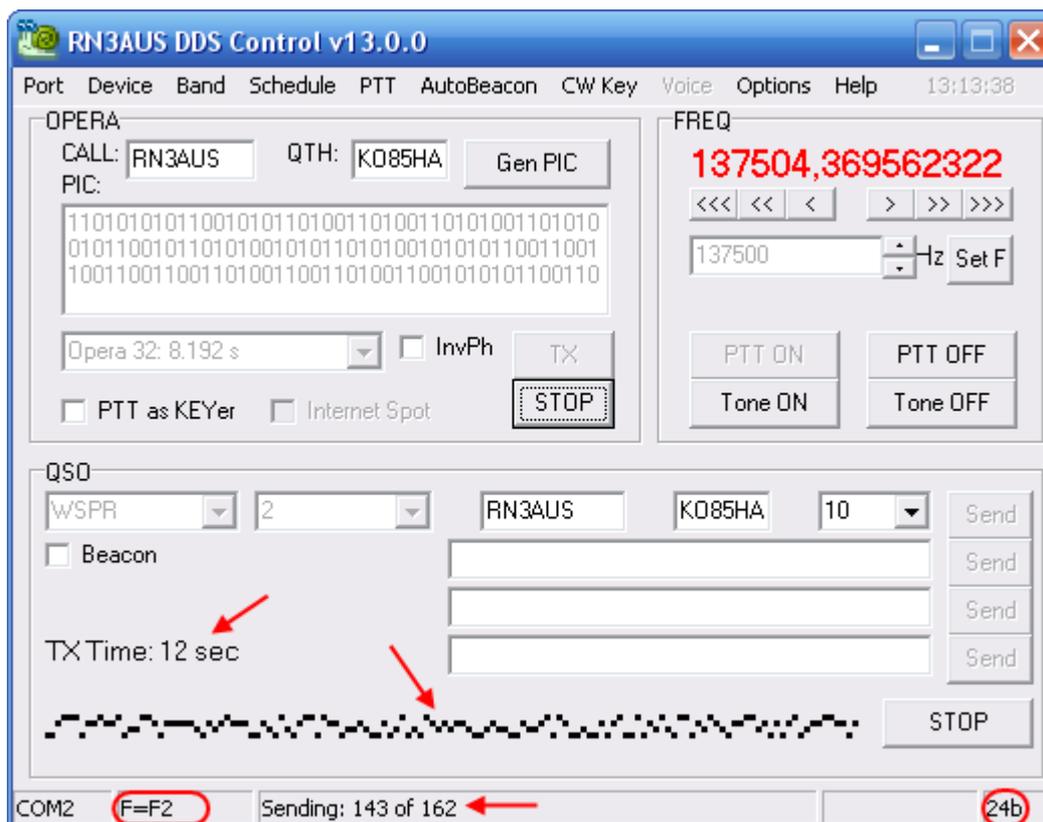


Время задержки PTT, то есть то время, которое должно пройти от включения PTT до начала передачи информации, указывается в миллисекундах. Кроме того, есть возможность настроить режим QSK, то есть переключаться на прием в паузах своей передачи, например между посылками QRSS. Для этого служит подменю **PTT->QSK...** Здесь указывается длительность паузы между знаками, на время которой разрешается выключать PTT. Например, если установлено QSK=15s, то при передаче QRSS-60 после каждой посылки PTT будет выключаться, так как пауза между точками равна 60 с и превышает время QSK. Если QSK=NO, то PTT будет включено до окончания передачи всего сообщения. При QSK=FULL PTT выключается по окончании каждой посылки, независимо от длительности предстоящей паузы.

Примечание: если на синтезатор не поступает ни одной команды в течение 20 мин, то синтезатор автоматически снимет сигнал PTT. Это защитит передатчик в случае зависания управляющего компьютера.

4.5. Процесс передачи

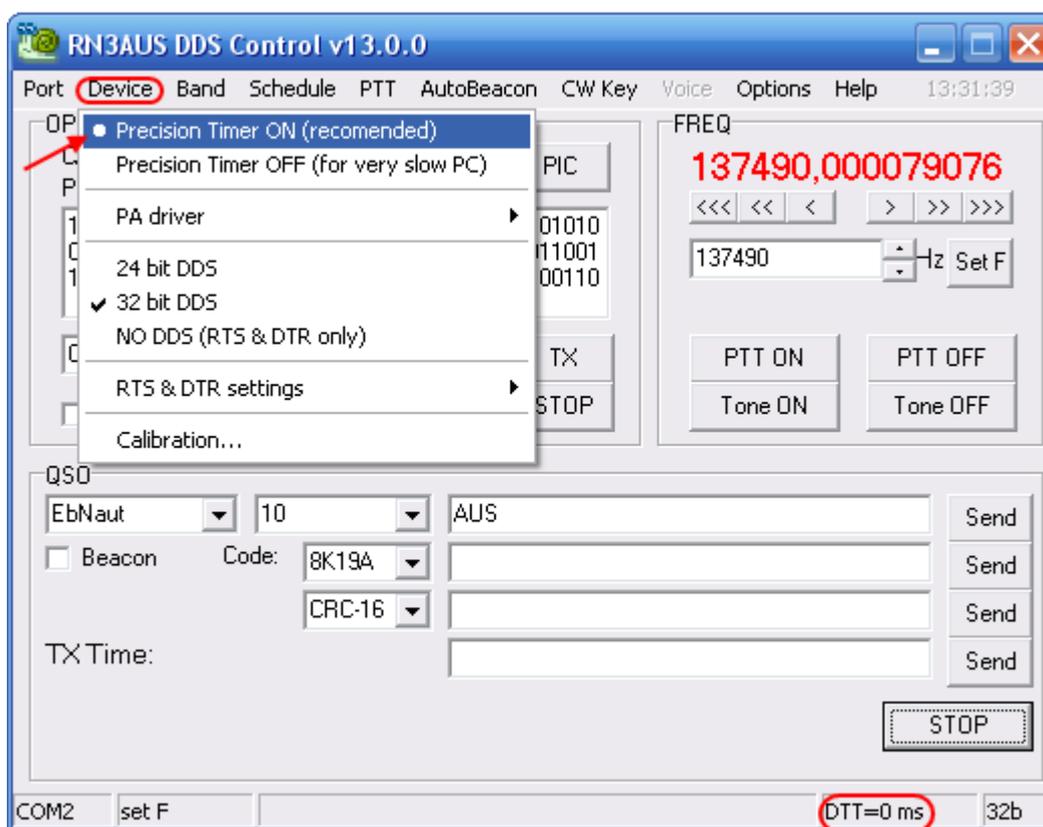
В ходе передачи в строке состояния отображаются: последняя поданная на синтезатор команда, номер передаваемой информационной посылки «Sending: xxx of yyy», а также установленная разрядность частоты. В панели QSO индицируется оставшееся время до конца передачи «Tx Time». В графической строке изображается приблизительный вид передаваемого сигнала.



Цифровые режимы работы предъявляют довольно высокие требования к «таймингу» формируемого сигнала. Это значит, что длительность посылок и их расположение на «оси времени» должны выдерживаться как можно более точно, иначе ухудшается помехоустойчивость приема. Как известно, операционная система Windows не предназначена для управления устройствами в реальном масштабе времени. Так например, обработка системного сообщения WM_TIMER может иметь «джиттер» порядка десятков миллисекунд, что сравнимо с длительностью элемента PSK-31. Без принятия дополнительных мер сигнал формируется с неодинаковой длительностью посылок. Общая продолжительность передачи всего сообщения также будет отличаться от штатной, так как погрешности тайминга могут накапливаться. Это не

критично для визуальных мод QRSS/DFCW и HELL, а для WSPR, PSK, EbNaut, RTTY это уже становится большой проблемой.

Чтобы обеспечить высокоточное формирование длительностей, программа DDS_ctrl использует так называемый таймер высокого разрешения, доступный в WindowsAPI (функция `timeBeginPeriod(1)`). Включение и отключение этого режима доступно в меню **Device->Precision Timer**.



По умолчанию таймер высокого разрешения всегда включен. Его отключение может потребоваться только для самых старых и медленных моделей компьютеров, которым катастрофически не хватает производительности.

Суть метода заключается в следующем. Для формирования длительности посылки используется стандартный системный таймер `WM_TIMER`, длительность которого устанавливается меньше требуемой на 60 мс, но не более 1/3 от длительности посылки (все вычисляется автоматически). Это начальное время опережения задается в ini-файле `TimerOffset=60`, оно подобрано экспериментально и подходит для всех ПК, изменять его не рекомендуется. Перед началом передачи запоминается счетчик таймера высокого разрешения `QueryPerformanceCounter()`. По окончании действия каждого `WM_TIMER` счетчик считывается повторно, он окажется

несколько меньше требуемого значения, соответствующего точному моменту начала очередной посылки. Программа временно увеличивает свой приоритет до HIGH_PRIORITY_CLASS и, постоянно запрашивая значение счетчика таймера высокого разрешения, находится в цикле, пока ожидаемое значение не будет достигнуто. Теперь можно послать очередную команду синтезатору для формирования новой посылки. Таким образом, загрузка ЦПУ в среднем мала, но на короткие промежутки времени она увеличивается за счет циклов опросов таймера высокого разрешения. Для любых ПК, не старше 10-15 лет, это не проблема. Если же заметно, что работа системы идет какими-то рывками, то замирая, то вновь возобновляясь – значит, все-таки производительности не хватает и прецизионный таймер придется отключить **Device->Precision Timer OFF**.

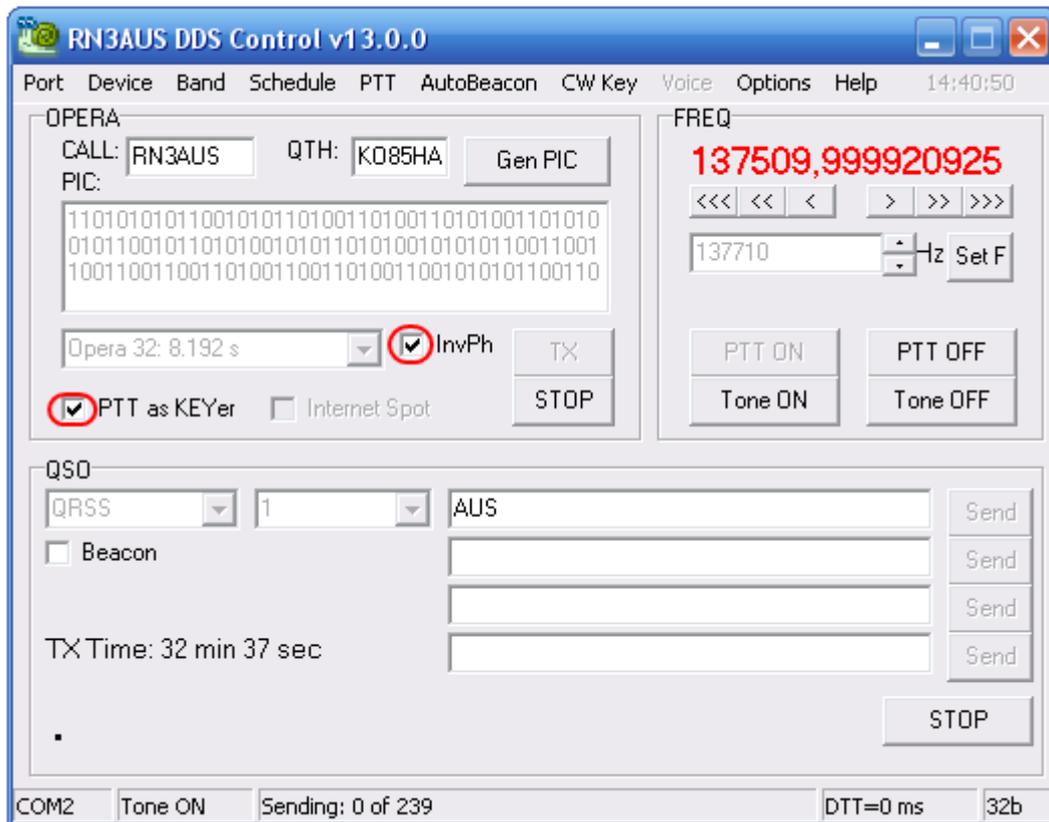
По окончании передачи программа проверяет, насколько фактически получившаяся длительность передачи отличается от требуемой. Значение разности выводится в строке состояния DTT=XX ms. Обычно, если все работает правильно, эта разность равна нулю даже для самых быстрых мод.

Примечание: чтобы не возникало неожиданных проблем с таймингом, лучше на время передачи в критичных к нему модах воздержаться от использования компьютера в других ресурсоемких целях.

4.6. Особенности передачи в разных режимах.

4.6.1. OPERA

Этот режим был первым цифровым режимом, реализованным в данном синтезаторе, поэтому он был вынесен в отдельную панель, где и остался в дальнейшем. Особенностью OPERA является возможность манипуляции передатчика не только тоном, как обычно, но и альтернативно сигналом РТТ. Для этого служит галочка «**РТТ as KEYer**». Может быть, кому-то эта возможность окажется полезной.



Другая галочка «**InvPh**» служит для обеспечения инверсии фазы несущей при каждой посылке относительно предыдущей. По идее, это должно было бы увеличить уровень несущих информацию боковых полос в спектральном представлении сигнала, что могло улучшить прием с помощью корреляционного детектора OPDS by DF6NM. Оказалось, что улучшение если и есть, то оно незначительно. Когда эта галочка снята, программа обеспечивает когерентность посылок сигнала.

4.6.2. WSPR

Первая особенность связана с выбором длительности при желании работать в WSPR-15. Приходится выбирать в выпадающем списке значение **16**! Что это такое? Почему нельзя было написать 15? Объяснение простое. Базовый режим – это WSPR-2. Исторически он был разработан первым. WSPR-15 – это его замедленная в 8 раз версия. А что мешает когда-нибудь попробовать, например, еще более медленную и помехоустойчивую версию, замедленную в 32 раза? Программа DDS_ctrl позволяет формировать сигнал WSPR с произвольным замедлением, не только в 8 раз, но и в 16 раз и так далее. Поэтому и обозначение получилось как умножение исходной длительности 2 в 8 раз, то есть “WSPR-16”. Предлагаю просто принять это. Зато, когда понадобится, вы сможете работать с

любой другой скоростью, кратной двум. Нужно лишь вручную ввести это значение в поле длительности.

Вторая особенность – использование для передачи WSPR-2 и WSPR-15 так называемой быстрой установки частоты. Обычная установка частоты требует отправки синтезатору команды с кодом частоты, все вместе 6 байт, и получение от него ответа, еще 6 байт. Это занимает не такое уж и малое время, не менее 13 мс. Все это время сигнал на выходе синтезатора будет отсутствовать, передача получается «рваной». Чтобы избавиться от этого неприятного эффекта была реализована предварительная запись в синтезатор значений 4-х частот, которые используются для передачи кодов, WSPR и затем их быстрая установка всего одной командой (1 байт) для каждой очередной посылки. «Зазор» между посылками получается меньше 1 мс, что уже намного лучше. Коды частот запоминаются синтезатором в 24-х битном режиме, поэтому для передачи WSPR программа каждый раз переключается в режим 24 бит и по окончании передачи остается в этом режиме.

По умолчанию работа в режиме быстрой частоты включена. Однако можно от него отказаться, изменив параметр в ini-файле:

```
[WSPR]  
FAST=1      -      1-вкл, 0-откл
```

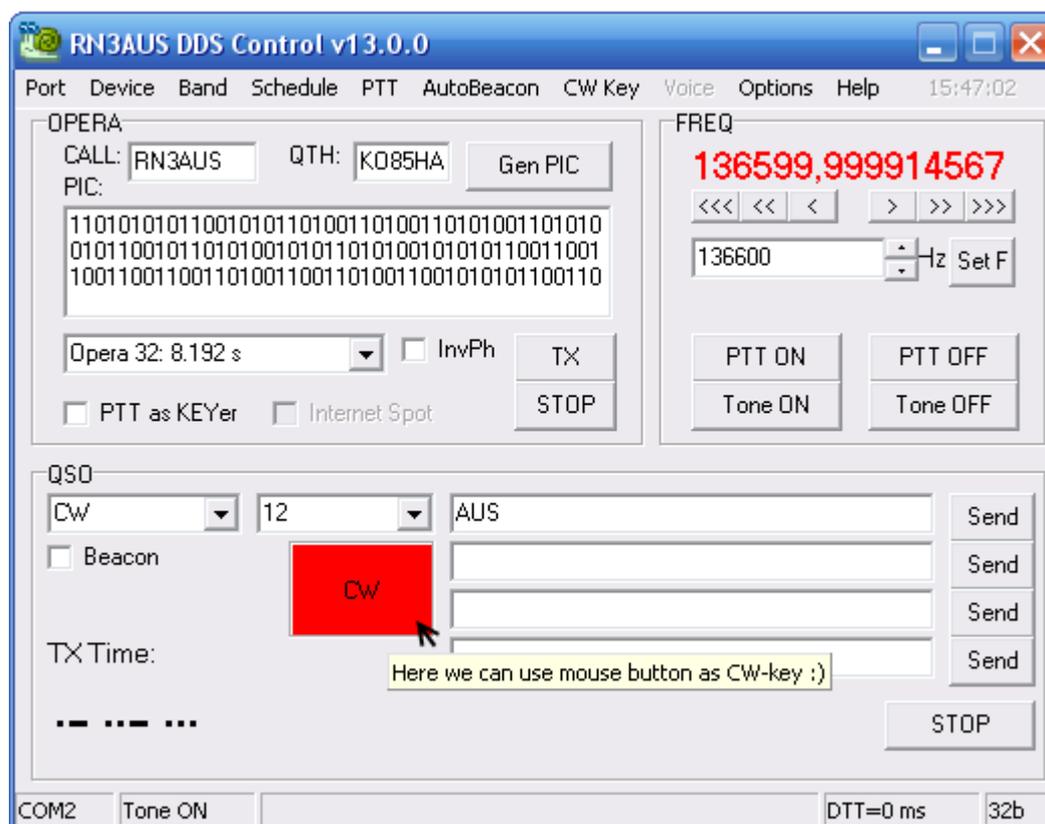
Для WSPR большей длительности, если когда-нибудь такие режимы будут применяться, используется 32-битная частота и обычная, не быстрая, установка частоты. В 24-битном режиме шаг установки частоты становится больше разноса между номиналами частотных посылок, поэтому приходится увеличивать разрядность. Синтезатор же может запоминать только 24-битные частоты. Но в данном случае, при больших длительностях посылок, возникновение небольших пауз между ними уже не страшно.

4.6.3. CW

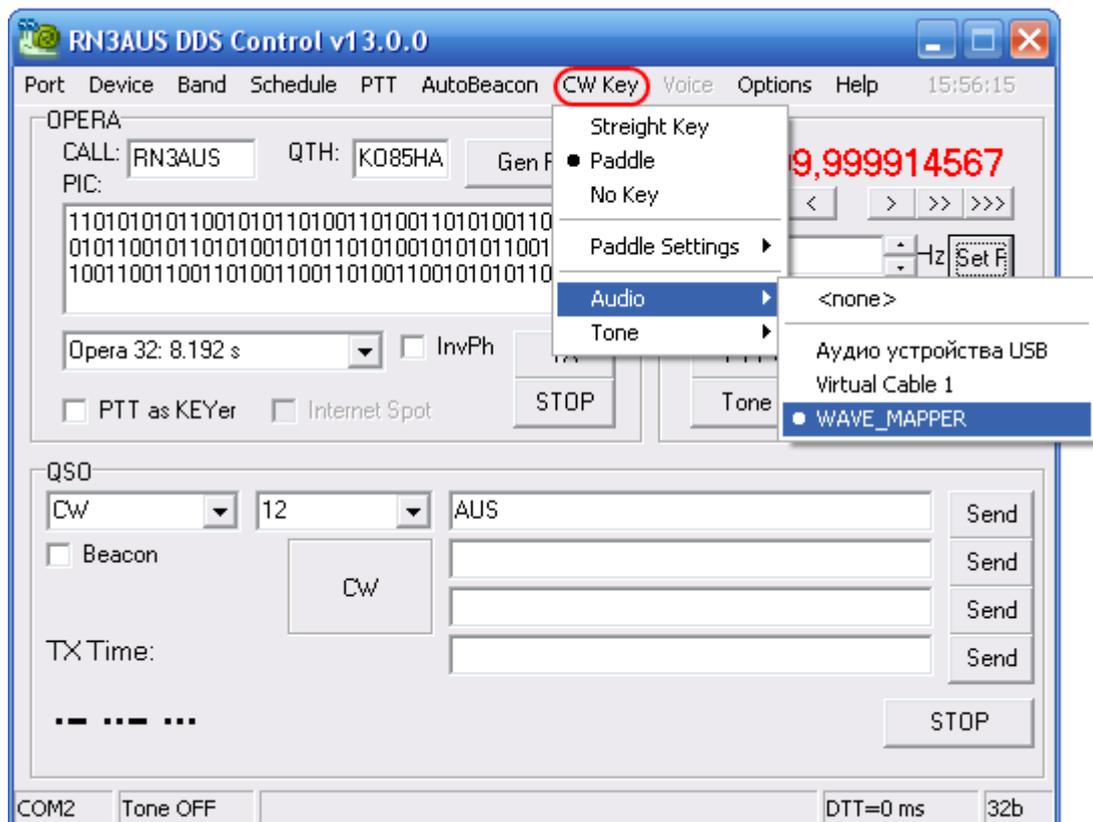
Режим CW предполагает не только передачу своего позывного в режиме маяка, но и живое общение в эфире. Довольно неудобно проводить CW-QSO, когда ответ корреспонденту нужно лихорадочно вводить с клавиатуры и затем отправлять кнопкой Send. Связь получается с паузами, когда корреспондент

недоумевают, почему ему не отвечают и начинает сомневаться, что Вы его слышали. Здесь нужен телеграфный ключ.

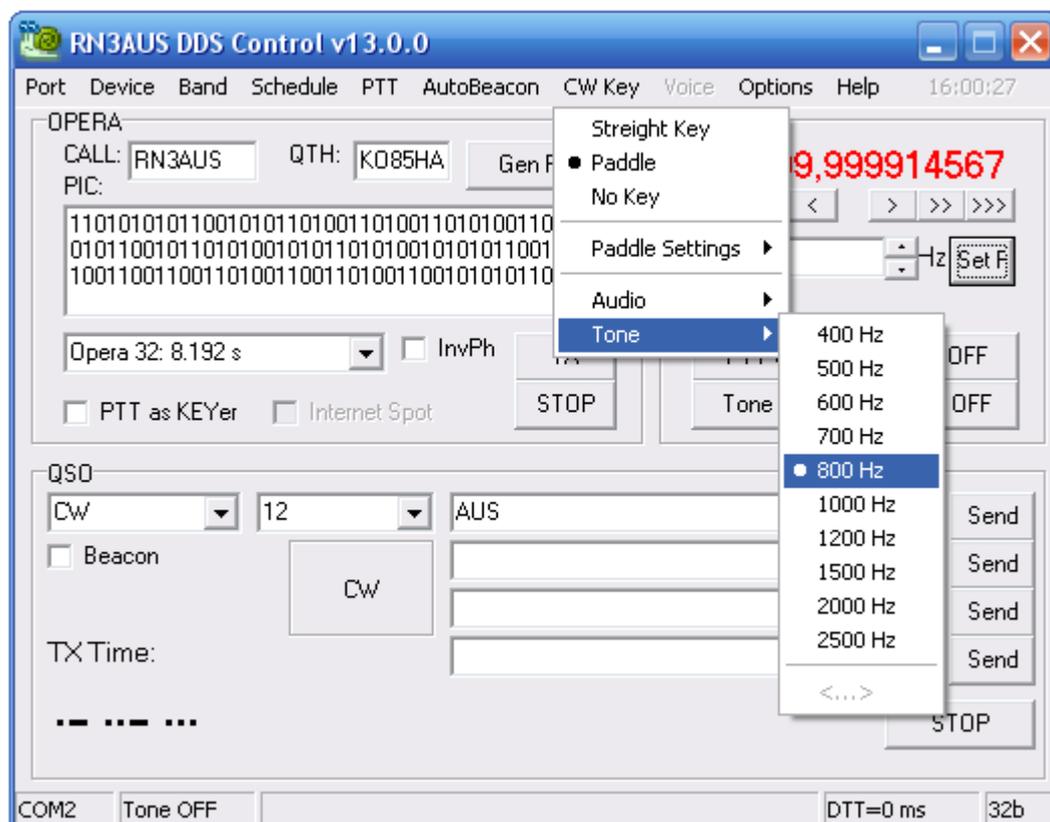
Первая возможность - использовать в качестве телеграфного ключа компьютерную мышь. Наведите ее на появившееся поле с надписью CW и начните передавать с помощью клавиши мыши. Не очень удобно, но когда ничего другого нет - это работает.



В колонках компьютера или наушниках, подключенных к выходу звуковой карты, будет звучать сигнал самоконтроля. В меню **CW Key->Audio** можно выбрать звуковую карту для самоконтроля, либо отключить самоконтроль (**<none>**).



В меню **CW Key->Tone** выбирают частоту тона самопрослушивания.

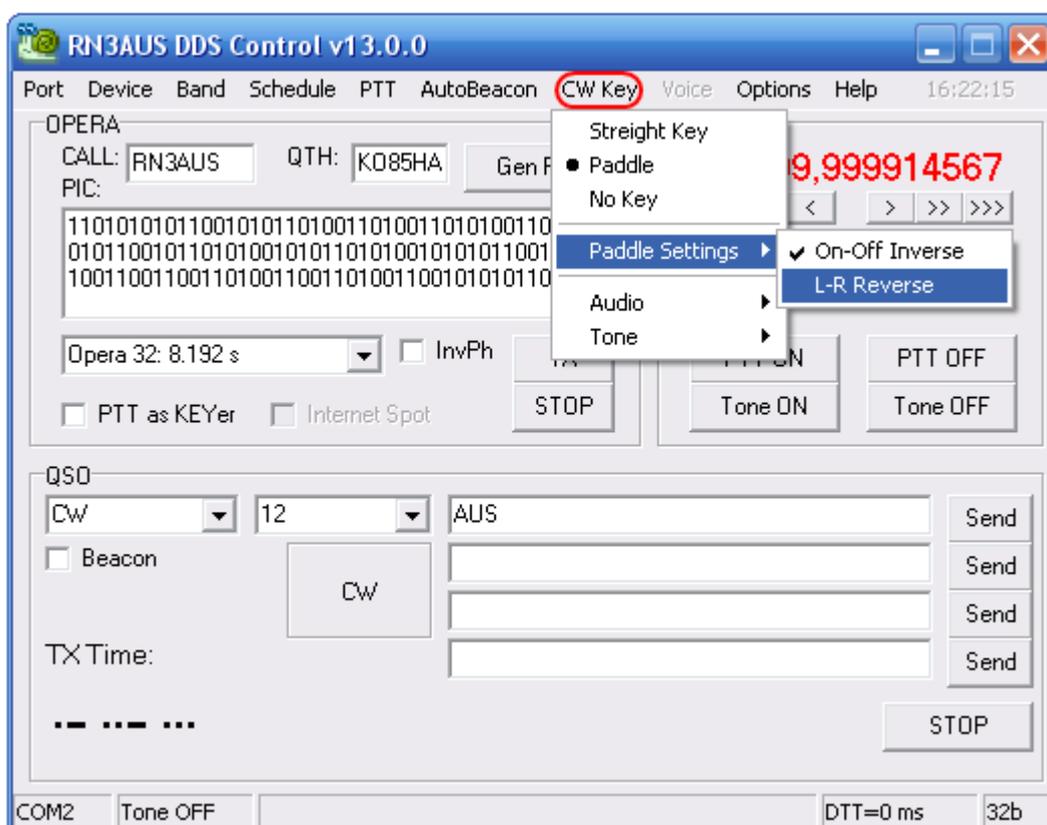


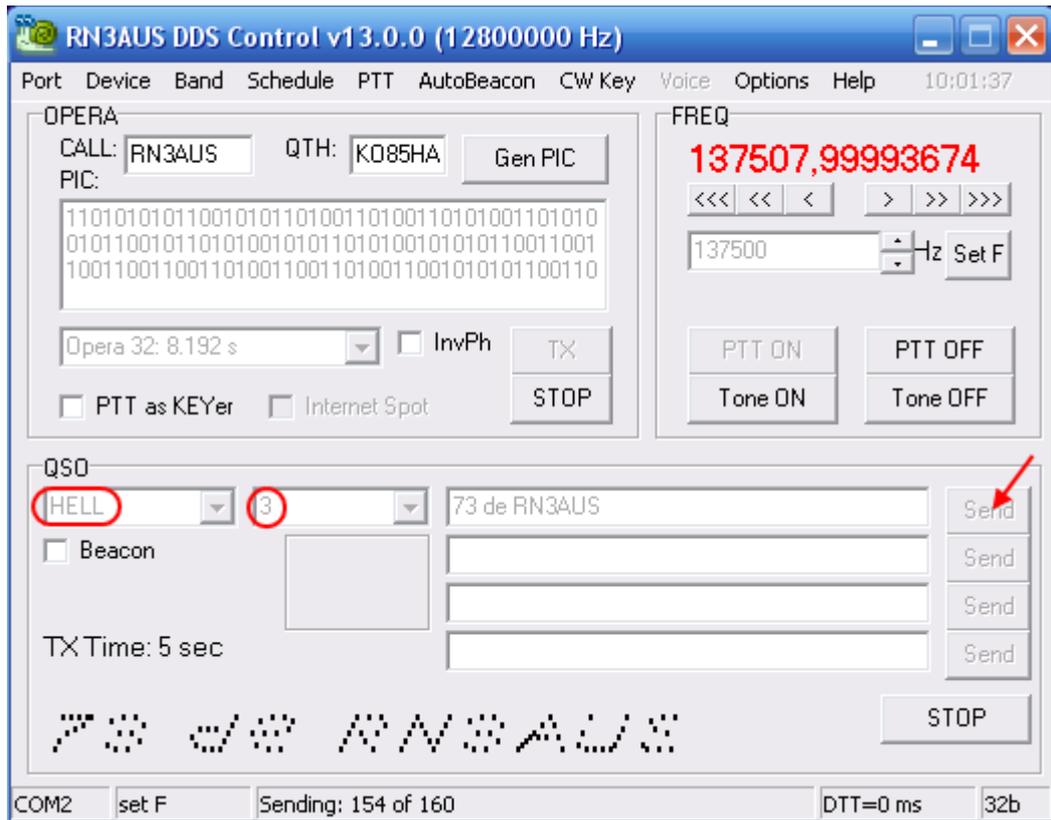
Можно задать и какую-то иную произвольную величину этой частоты с помощью параметра в ini-файле:

```
[CW_KEY]
```

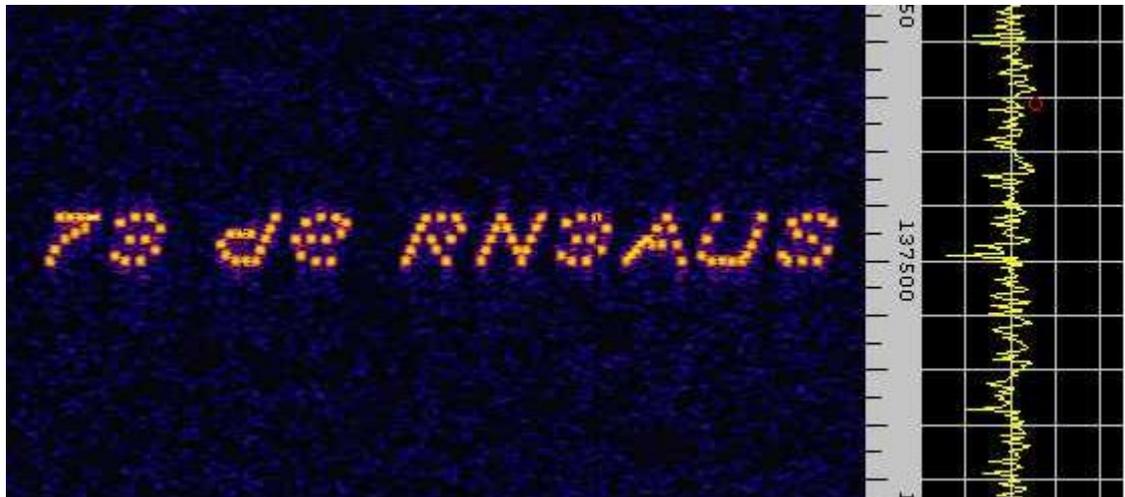
```
AUDIO_TONE=800      -      частота в Герцах.
```

Другая возможность подключения телеграфного ключа – через специально предназначенный для этого разъем синтезатора (см. схему). Фактически, ключ, будь то традиционный вертикальный Straight Key или горизонтальный Paddle, подключаются к сигналам DSR (pin 6) и RI (pin 9) COM-порта компьютера. Именно эти сигналы анализирует программа DDS_ctrl. Когда ключ не нажат, оба сигнала «притянуты» резисторами к +12В. Нажатие ключа замыкает их на землю. Выбор типа ключа делается в меню **CW Key: Straight Key** или **Paddle**. При выборе **No Key** манипуляция на контактах COM-порта игнорируется. В случае Вертикального ключа может использовать любой из сигналов DSR или RI или оба вместе. В случае Paddle контакт точек подключаем к DSR, тире – к RI. В меню **CW Key->Paddle Settings...** в случае необходимости можно «поменять местами» контакт тире и точек, а также инвертировать «нажатие» и «отжатие».

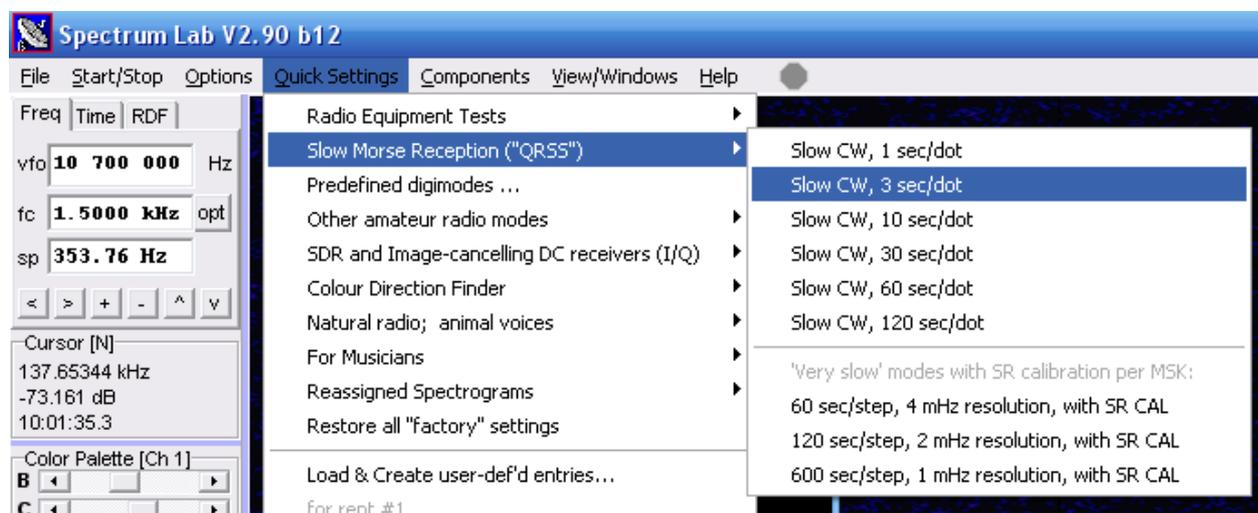




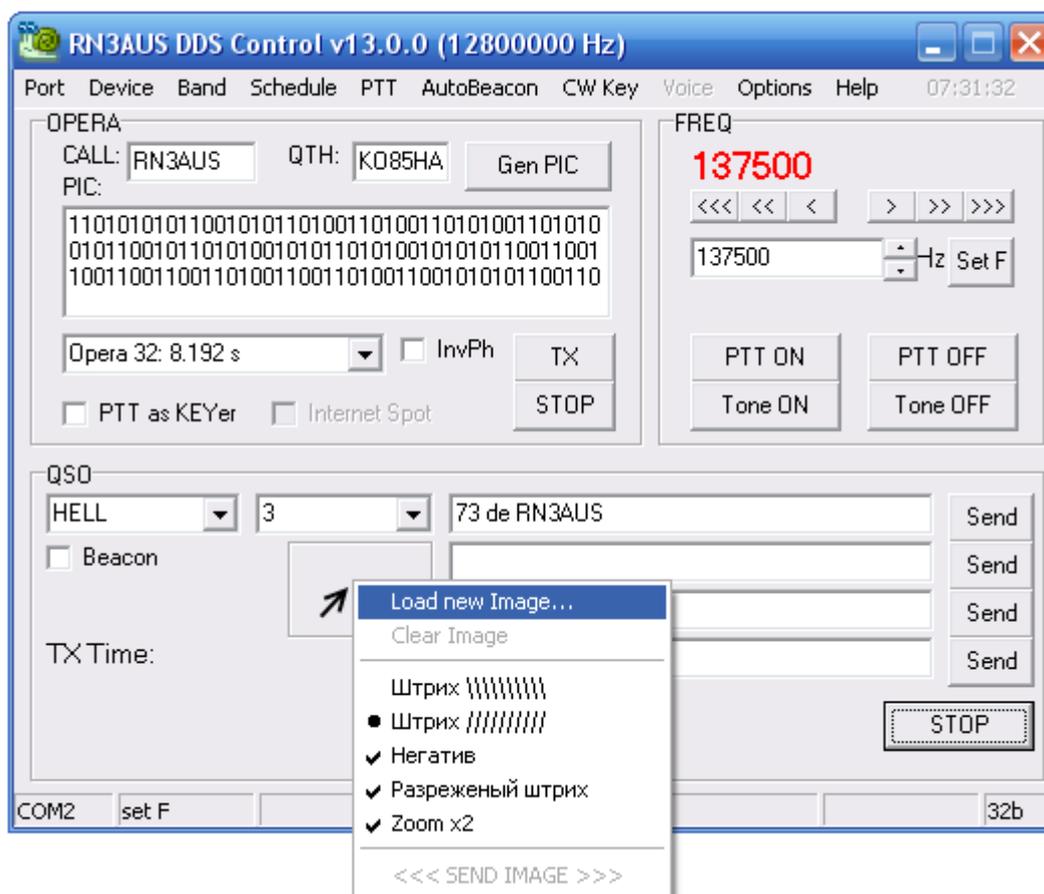
На приемной стороне будет получена спектрограмма:



Настройки SpectrumLab были взяты по умолчанию для режима QRSS-3:



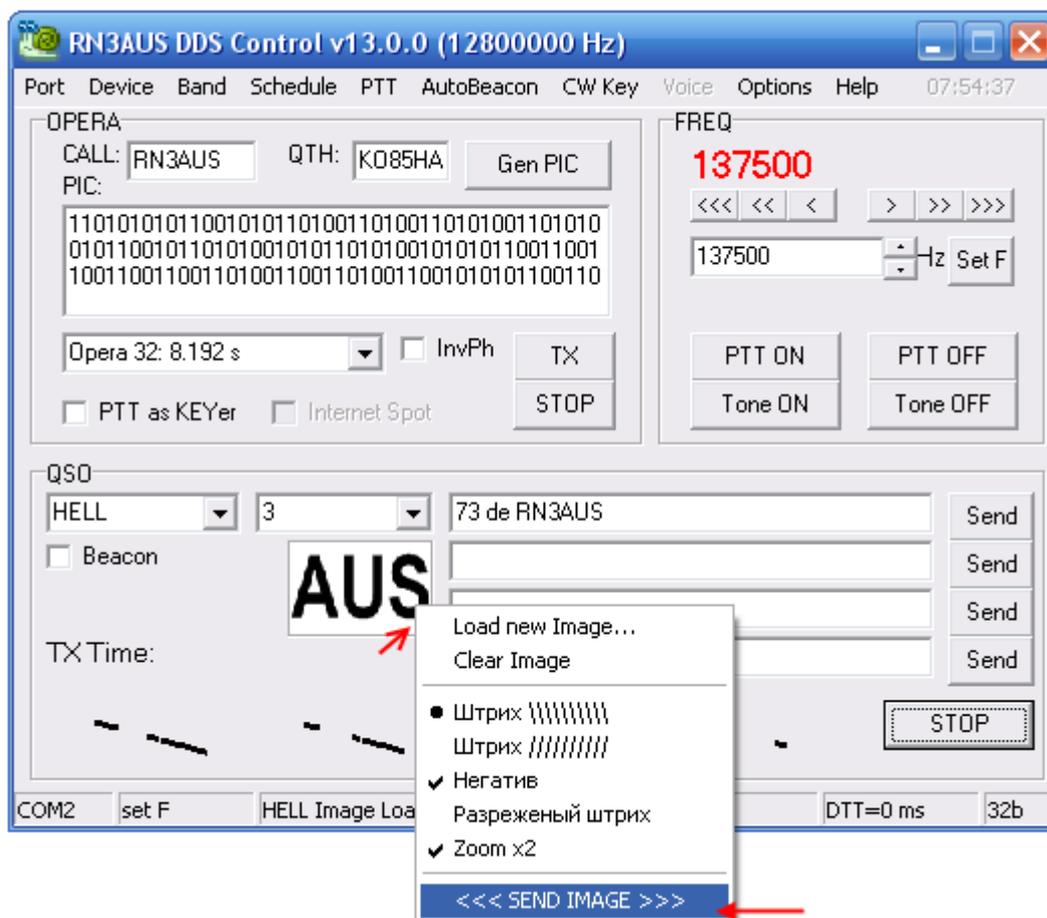
Еще более красочные возможности открываются при использовании HELL для передачи графических изображений. Прежде всего, подготовьте какой-либо графический файл с не очень сложным изображением в формате BMP. Наведите указатель мыши на небольшую панель рядом с полем выбора режима HELL.



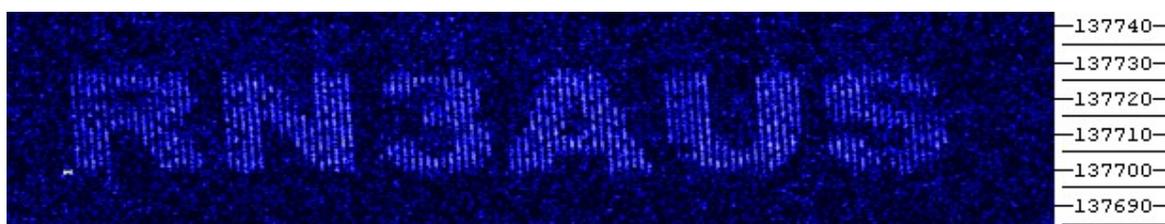
Выберите пункт **Load new Image...**, в диалоговом окне загрузите подготовленный файл.

Передача изображения будет осуществляться с помощью «штриховки» на спектрограмме: частота передачи будет непрерывно «скользить» снизу вверх (или сверху вниз – как указано в меню **Штрих/////** или **Штрих **). Одновременно читается растр изображения. Если там светлый тон – передача разрешена, если темный – тон выключен. Пункт меню **Негатив** меняет порядок передачи – тон включается, если точка темная и выключается, если светлая. Штриховку можно разредить (**Разреженный Штрих**) или увеличить масштаб изображения (**Zoom x2**). Здесь нужно пробовать, как получившаяся спектрограмма будет лучше выглядеть. Все эти настройки продублированы в главном меню **Options->Hell Image Settings...**

Итак изображение загружено, теперь можно его передать, выбрав в выпадающем меню пункт **<<<SEND IMAGE>>>**.



Начнется передача, частота будет быстро меняться.



На приемной стороне получится нечто подобное:

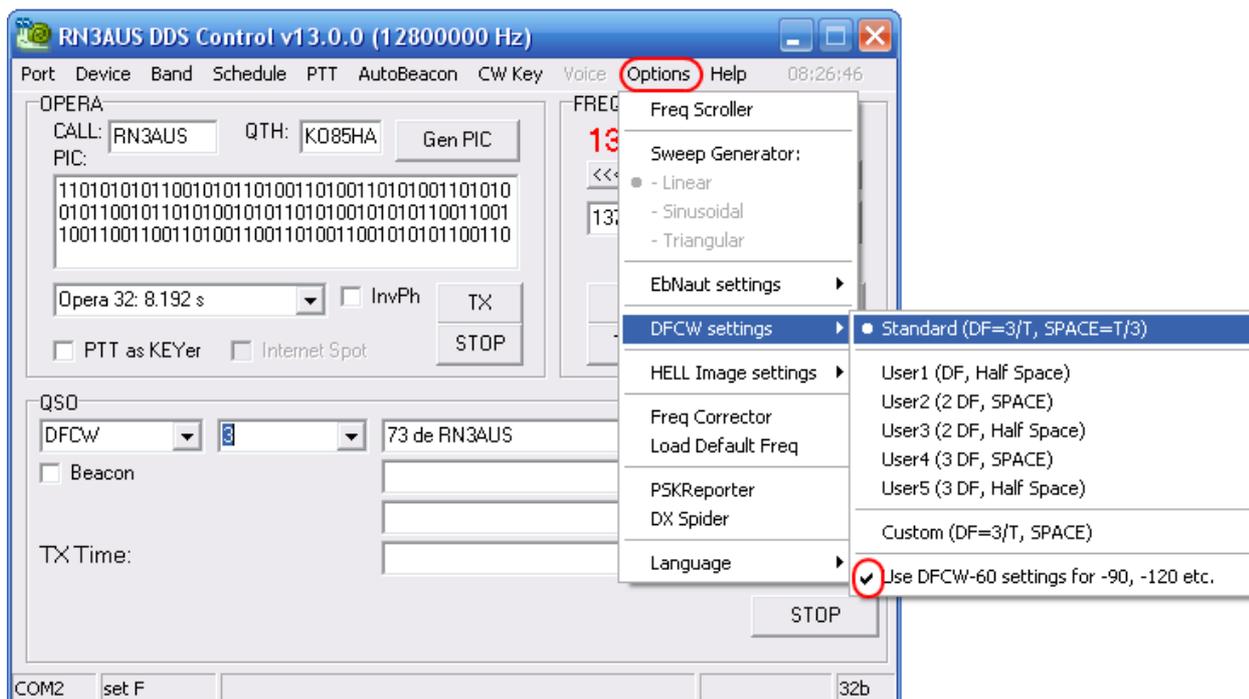
Впрочем, режим Hell Image не предназначен для серьезной работы – только для местных экспериментов и развлечения. Пробивная его способность невелика – слишком уж «размазывается» сигнал по площади спектрограммы.

4.6.5. DFCW

Это один из самых пробивных и одновременно быстрых визуальных режимов. Передача идет кодом Морзе. Тире имеют ту же длительность, что и точки, но передаются выше по частоте. Чтобы такой сигнал лучше читался на спектрограмме, выбирают такой частотный сдвиг, чтобы он равнялся $dF = 3/\text{dot}$. Например, для DFCW-3 длительность посылки равна 3 сек, $dF=3/3=1$ Гц. Для DFCW-60 $dF=3/60=0.05$ Гц. Между посылками

также нужно иметь некоторый «зазор», чтобы они не сливались между собой и читались каждая отдельно. Обычно берут $dT = \text{dot} / 3$, то есть для DFCW-3 $dT = 3 / 3 = 1$ сек, для DFCW-60 $dT = 60 / 3 = 20$ сек.

Это «стандартные» значения. Иногда может возникнуть необходимость установить иные соотношения, чтобы Ваш сигнал выглядел более читабельно или как-то отличался от других. Все эти настройки делаются в меню **Options->DFCW Settings...**



Есть несколько готовых наборов таких настроек, помимо стандартного. Кроме того, Вы можете подготовить свои личные настройки, изменив в ini-файле параметры (они после запуска программы будут отображены в пункте меню **Custom**):

```
[DFCW]
USER_SETTINGS=0
DF=3
SPACE=1
```

Обратите внимание на галочку:

«Use DFCW-60 settings for -90, -120 etc»

По умолчанию эта галочка стоит. Это означает, что для более длинных мод, чем обычная 60 сек, будет использоваться тот же частотный разнос посылок, что и для 60, а не уменьшенный. Дело в том, что грабберы обычно отображают спектрограмму в режиме QRSS-60. Если мы будем передавать, скажем, DFCW-120,

то черточки точек и тире получились бы не только более длинными, но и прижатыми друг к другу по вертикали. Получается какой-то сплюснутый и плохо читаемый сигнал. Если же мы длительность увеличили, а частотный сдвиг оставили прежним – такой сигнал читается значительно лучше.

Если же граббер, куда мы хотим пробиться, работает в режиме 90 sec/dot или 120 sec/dot, то здесь, наоборот, галочку нужно снять, иначе наш сигнал будет слишком растянутым по вертикали.

Как правило, достаточно пользоваться стандартными настройками по умолчанию.

4.6.6. VOICE

Это экспериментальный режим передачи замедленной речи или музыки с использованием нелинейного передатчика. Для передачи могут использоваться различные способы модуляции: частотная (FM), амплитудная (AM = CW) и фазовая BPSK.

Прежде всего нужно подготовить звуковой файл с записью короткой фразы, которую Вы хотели бы передать. Например что-то вроде: «Диапазон 2200 м, приглашает Роман Николай Тройка Анна Ульяна Сергей. Всем прием!». Записать свой голос можно с помощью любой подходящей программы: «Звукозапись» Windows, CoolEdit и т.п. Выберите самую низкую из доступных частоту дискретизации – 8000 или (если возможно) 6000 Гц. Эта частота дискретизации должна быть равна или кратна указанной в ini-файле:

```
[VOICE]
```

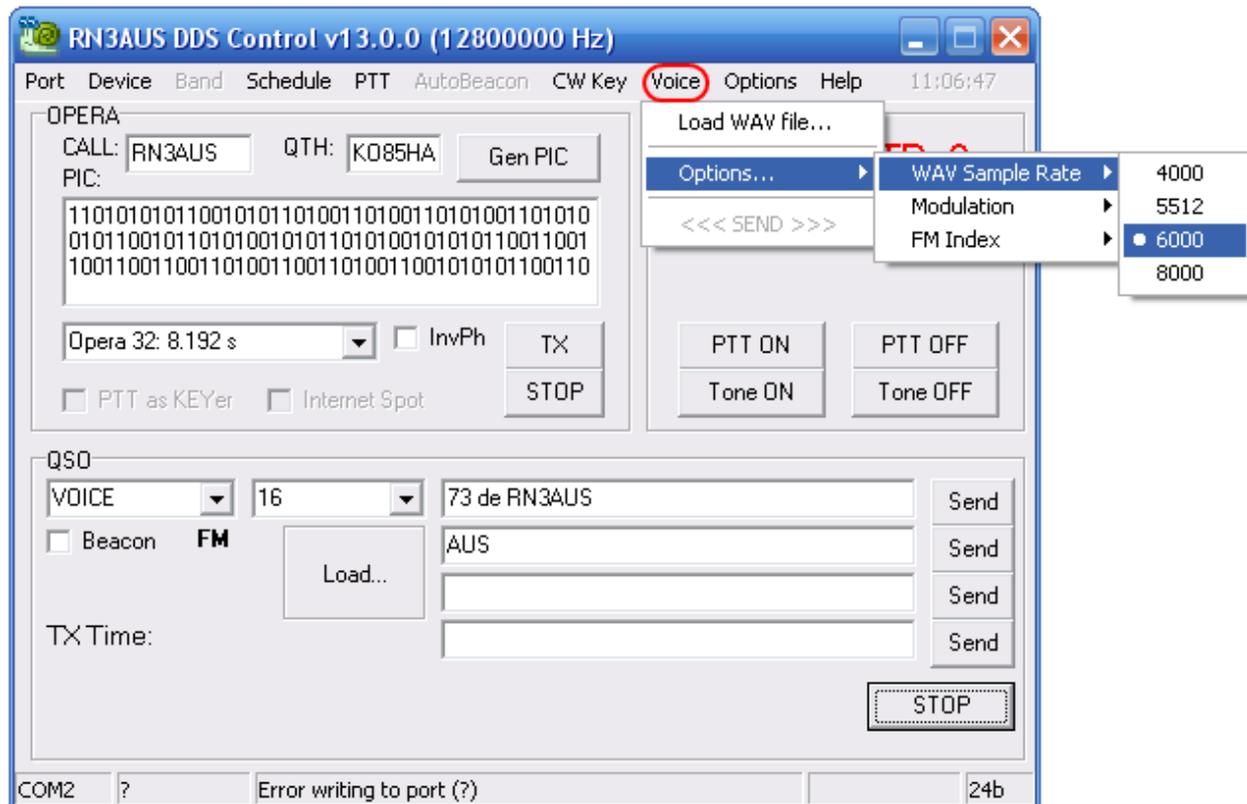
```
SAMPLE_RATE=6000
```

```
MAX_SAMPLES_NUMBER=1000000
```

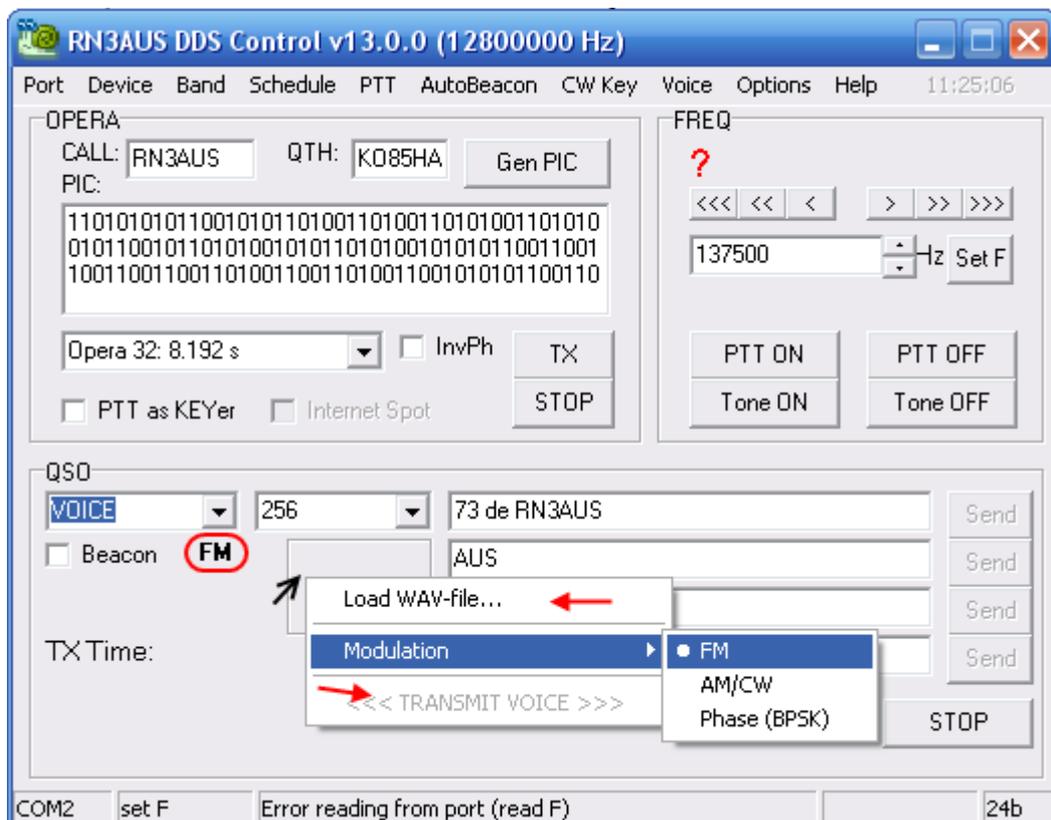
Длина файла ограничена, как видно, 1000000 отсчетов, чего достаточно для 166 секунд записи. Это очень много для ДВ! Лучше ограничить свою речь продолжительностью 5-10 секунд.

Для увеличения разборчивости речи можно файл обработать, подняв с помощью эквалайзера высокие частоты.

Величину Sample Rate можно выбрать через меню **Voice->Options->WAV Sample Rate:**



Установив вид работы VOICE и выбрав необходимый коэффициент замедления речи (100 или 128 для местных связей и длинных фраз, и до 1024 для DX и коротких фраз), нужно щелчком правой кнопки мыши на панельке вызвать контекстное меню:

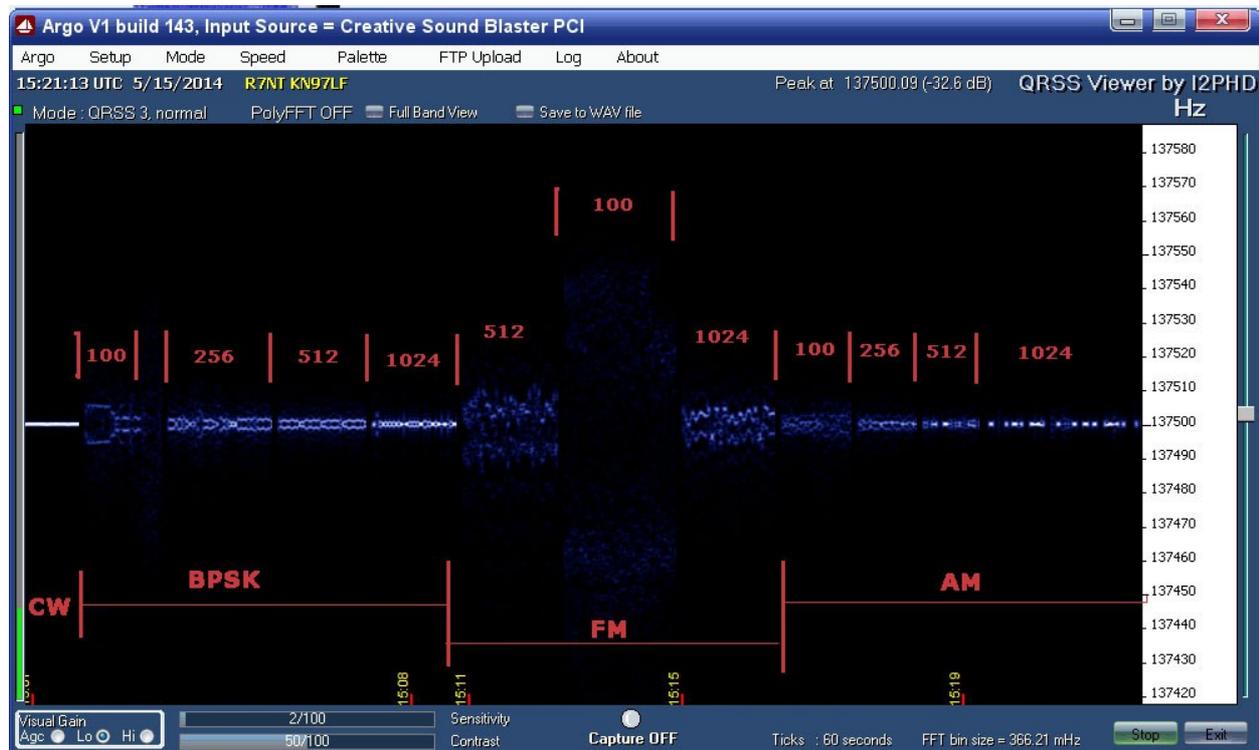


- Загружаем подготовленный звуковой файл: «**Load WAV-file...**»
- Выбираем вид модуляции
- Нажимаем <<<**TRANSMIT VOICE**>>>

(Те же действия доступны и в главном меню **Voice**).

Начинается передача. Если исходный файл имел длительность, например, 5 сек, то передача продлится (как показано на рисунке) $5 \times 256 = 1280$ сек = 21 мин 20 сек. Передача каждого отсчета исходного файла будет занимать в 256 раз больше времени.

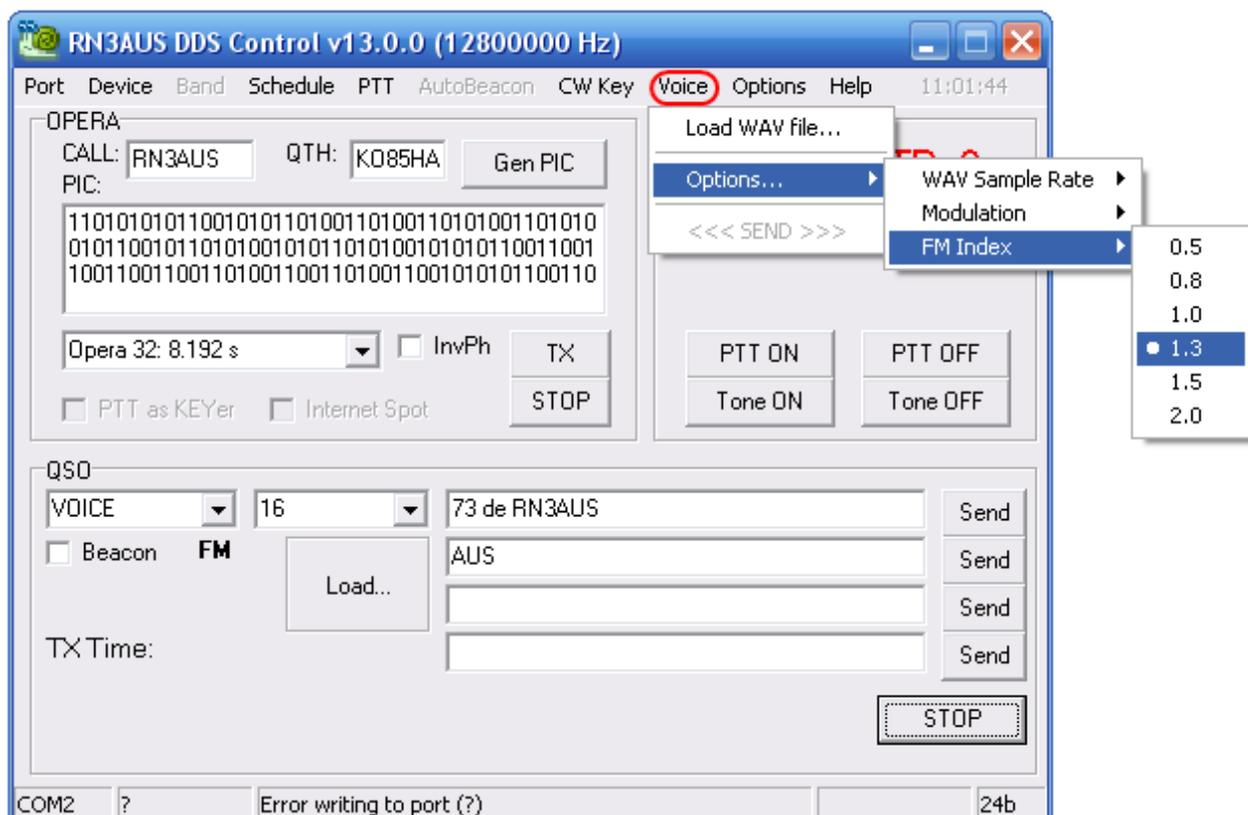
На приемной стороне спектрограмма в зависимости от выбранной модуляции и коэффициента замедления будет выглядеть подобно тому, как это представлено ниже:



Кратко остановимся на видах модуляции.

а. Частотная модуляция FM.

Сдвиг частоты синтезатора будет пропорционален амплитуде очередного передаваемого отсчета. Чем медленнее идет передача, тем уже спектр. Частотная модуляция дает на приеме наиболее качественное звучание, но она наиболее широкополосна и ее помехоустойчивость при равной скорости ниже, чем у других способов модуляции. Наилучшее соотношение помехоустойчивости и качества дает индекс частотной модуляции от 1 до 2. По умолчанию установлен индекс 1.3. Настроить эту величину можно в меню **Voice->Options->FM Index...**

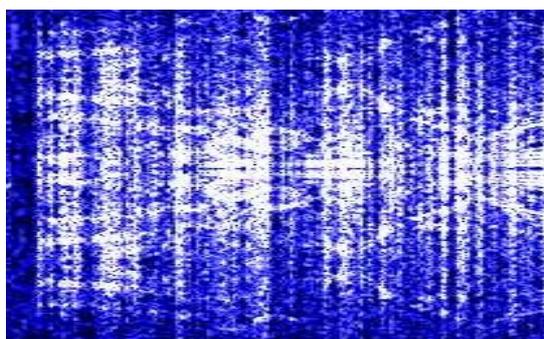


b. Амплитудная модуляция АМ.

Этот способ передачи наиболее простой и по звучанию в эфире похож на CW. Если амплитуда передаваемого отсчета больше нуля – передается тон, иначе ничего не передается. То есть речь подвергается бинарному квантованию, но, тем не менее, прием получается достаточно разборчивый.

с. фазовая модуляция BPSK.

Если знаки текущего и предыдущего речевых отсчетов разные, то фаза несущей инвертируется, иначе передача идет без инверсии. Как это ни удивительно, но такой способ модуляции дает довольно качественное восстановление речи, мало того, на спектрограмме проявляются характерные спектральные речевые «сэмплы», симметричные относительно номинала несущей частоты (DSB-модуляция).

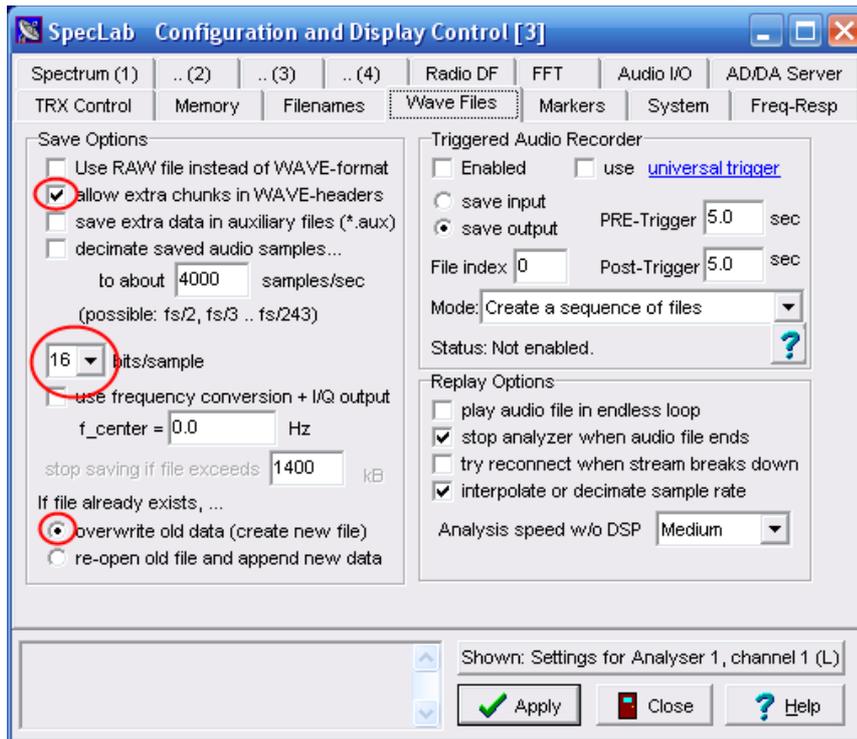


Получается, основная речевая информация содержится в моментах перехода речевого сигнала через ноль! Этот вид модуляции оказался самым пробивным и помехоустойчивым.

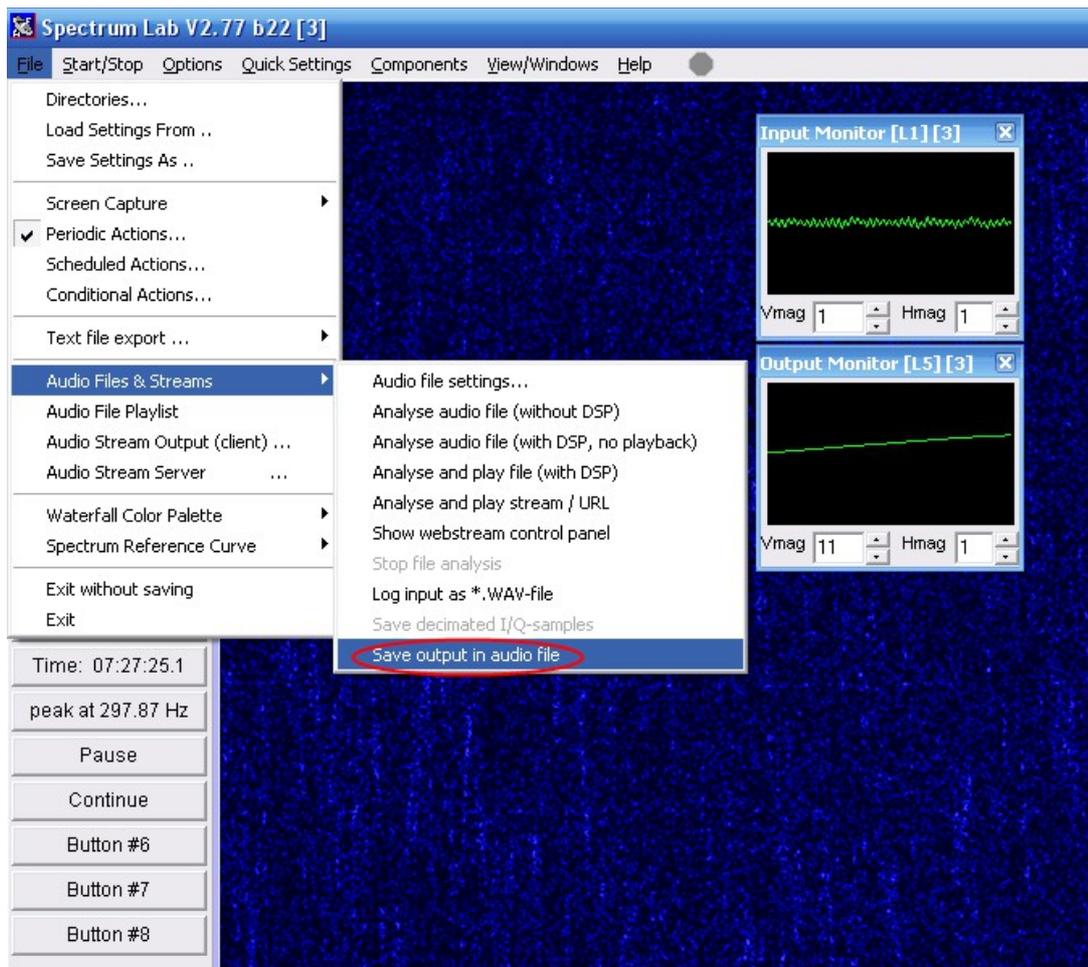
Прием можно вести с помощью SpectrumLab с некоторыми дополнительными настройками. Ниже на рисунках показаны настройки для приема ЧМ (FM) :

The screenshot shows the 'Spectrum Lab Components [3]' window. A signal flow diagram is visible with components like 'Signal Generator', 'Digimode Modulator', 'Filter', 'ADC', and 'DAC'. A context menu is open over the 'Filter' component, listing various DSP options. The 'Freq Demodulator' option is selected, and its sub-menu is also open, showing settings for 'Mode (now: freq-dem)', 'Options', 'Center Freq = 1500.0 Hz', 'Bandwidth = 60.0 Hz', 'Mod.-Factor = 1.0 x', and 'Carr.-Ampl. = 1.0 x'. The 'Options' sub-menu is also open, showing 'AFC' and 'Bypass discriminator (to test the filter)'.

The screenshot shows the 'Spectrum Lab Components [3]' window with the 'Filter Control Window [3]' open. The 'Filter' component in the main window is circled in red. The 'Filter Control Window' shows the following parameters: Filter Type: bandpass, FFT Size (points): 4096, Center/cutoff [Hz]: 1500.0, Bandwidth [Hz]: 60.0, Slope width [Hz]: 20.0, Freqcy shift [Hz]: 0.0. The 'Graph' tab is active, showing a plot of the filter response (black) and the filter response (green) over a frequency range from 250 Hz to 2250 Hz. The y-axis represents gain in dB, ranging from -10 dB to -90 dB. The plot shows a sharp peak at 1500 Hz, indicating the filter's center frequency.



Здесь предполагается, что передача будет идти на частоте 137500 Гц (аудио частота на выходе приемника 1500 Гц). Запускаем запись:



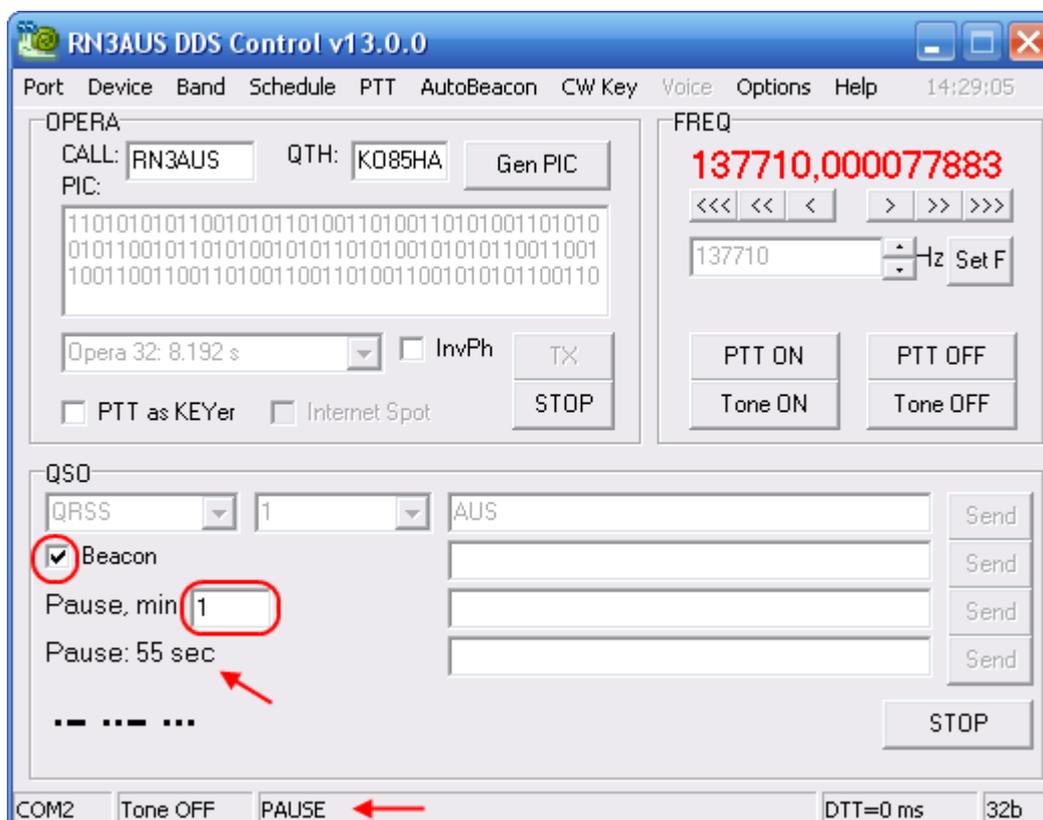
Если точное время начала эксперимента неизвестно, можно оставить запись включенной на всю ночь. Окончив запись, получившийся файл можно воспроизвести, например, программой «Звукозапись» Windows – любой из программ, имеющей режим ускоренного воспроизведения. Ускоряем воспроизведение во столько раз, как это было установлено на передаче. Долгие часы ночной записи прозвучат в течение нескольких минут, а Вы услышите звучание сверхзкополосного канала (всего несколько Герц!) и живой голос далекого корреспондента!

4.7. Стоп передачи

Передача завершается автоматически, если передана вся информация. При этом выключаются несущая и РТТ. Принудительно остановить передачу можно нажатием кнопки **STOP**. Таких кнопок две – одна для режима OPERA, другая для всех остальных, однако действуют они параллельно и одинаково, так что это как бы одна кнопка.

4.8. Режим Beacon

Для организации работы простейшего маяка служит чекбокс **Beacon**. Открывается поле, где можно ввести длительность паузы в минутах между повторами передач. Если Pause=0, то повтор будет выполняться сразу же, без паузы.



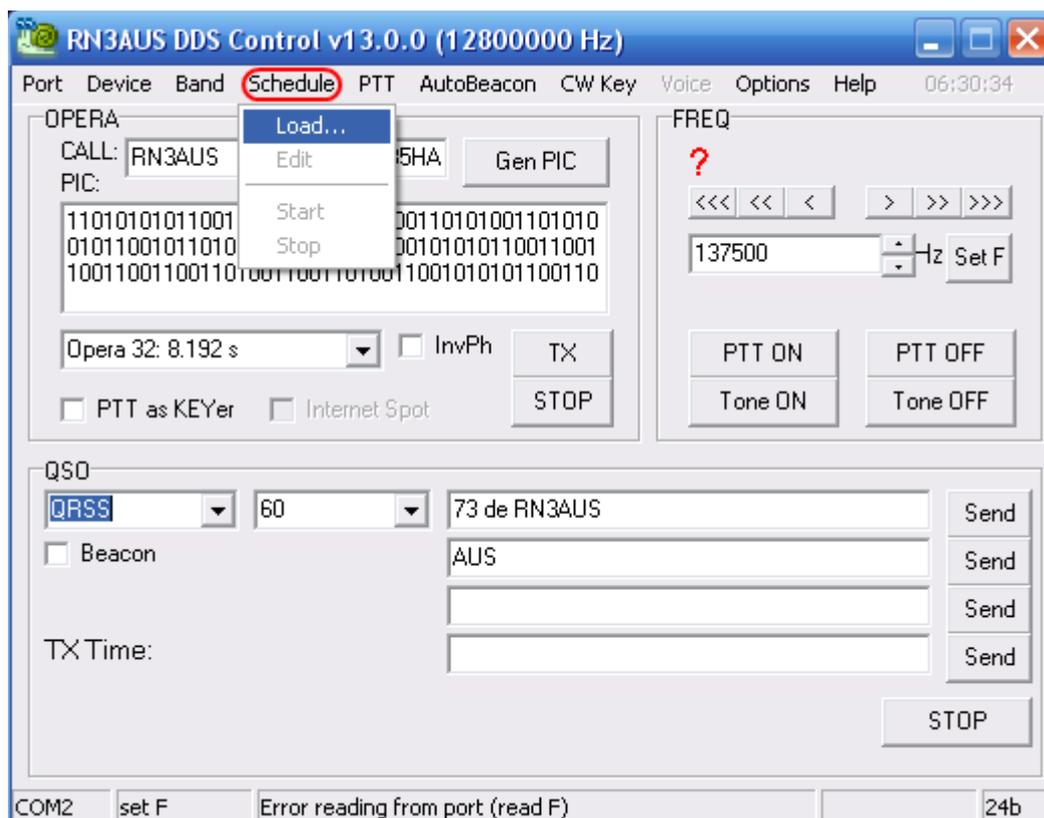
Во время паузы будет отображаться время, оставшееся до ее окончания.

Прекратить работу в режиме маяка можно либо сняв галочку **Beacon**, тогда очередная передача дойдет до конца и остановится. Либо можно нажать кнопку **STOP**, и тогда прекратится как передача, так и пауза ожидания повтора.

5. Работа по расписанию

Часто возникает необходимость организовать работу маяка в нескольких различных модах, привязать начало передачи к какому-то определенному моменту времени и т.п. В программе имеется механизм автоматизации таких операций, имеющий довольно широкие возможности.

Загрузка расписания (циклограммы) и управление его исполнением осуществляются в меню **Schedule**:



Прежде всего, необходимо подготовить файл расписания. Это текстовый файл, формат структура которого несколько напоминает организацию различных ini-файлов.

Операции выполняются последовательно, каждой из них нужно присвоить номер от 1 до 99, записав его в квадратных скобках. Далее указываются необходимые параметры операции.

Например:

```
[1]
MODE=QRSS
DOT=60
MSG=RN3AUS
FREQ=137778
```

Поддерживаются следующие команды:

Команда	Допустимые значения	Действие
[N]	N - номер задания	
MODE	QRSS, DFCW, HELL, CW, PSK, WSPR, JT9, WOLF, MFSK-37, VOICE, EBNAUT, OP-1, OP-2, OP-4, OP-8, OP-16, OP-32, OP-65, OP-4H, RTTY	Режим передачи

	STOP	Конец циклограммы. Прекратить исполнение и выйти из режима Schedule.
DOT		Длительность/скорость
FREQ		Частота в Гц
MSG		Текст сообщения
PAUSE	Длительность паузы, сек	Пауза
NEXT	N (0...99)	Переход к заданию номер [N]. Служит для организации циклов.
REPEAT	M - количество повторов цикла	Повторить M раз. Применяется совместно с NEXT. Вложенные циклы не поддерживаются.
TIME	HH:mm:ss	Выполнить задачу в указанный момент времени: 21:15:00 - в это время; HH:15:00 - в 15 мин 00 сек любого часа
RUNTIME	SS, секунд	Время в секундах, отведенное для выполнения данной задачи. Позволяет ограничивать время передачи, если к этому моменту не все посылки переданы, передача все равно прекратится. Так можно «подгонять» длительность циклограммы к нужному значению.
BAND	LF, LF2, LF4, VLF, MF, AF	Диапазон, аналогично действию главного меню Band
DDS_BIT	32, 24	Установить разрядность частоты DDS (см. меню Device)
EBNAUT_DT	5, 10, 15, 20, 30, 40, 50	Передача EBNAUT начнется в момент времени hh:mm:00, где минуты mm кратны значению EBNAUT_DT. Например: при EBNAUT_DT=20, передача может начаться в 00 мин 00 с, 20 мин 00 с и 40 мин 00 с каждого часа.
CODE	2K3A, 2K4A, 2K5A, 2K6A, 2K7A, 2K8A, 2K9A, 2K10A, 2K11A, 2K12A, 2K13A, 2K13B, 2K14A, 2K14B, 2K15A, 2K15B, 2K16A, 2K16B, 2K17A, 2K17B, 2K18A, 2K21A, 2K23A, 3K3A, 3K4A, 3K5A, 3K6A, 3K7A, 3K8A, 3K9A, 3K10A, 3K11A, 3K12A, 3K13A, 3K14A, 4K13A, 4K14A, 4K15A, 4K15B, 4K16A, 4K17A, 4K19A, 4K21A, 4K23A, 4K25A, 8K17A, 8K19A, 8K21A, 8K23A, 8K25A, 16K19A, 16K21A, 16K23A, 16K25A	Код EBNAUT
CRC	0...32	CRC EBNAUT
FRAME	1...32	Количество фреймов (повторов) WOLF
FILE	Имя файла	Файл для передачи в режиме HELL (*.bmp) или VOICE (*.wav)
MODULATION	FM, AM, CW, BPSK, DSB	Вид модуляции для VOICE
INDEX	0.5 - 2.0	Индекс частотной модуляции VOICE (по умолчанию 1.0)

Рассмотрим правила составления циклограмм на примере.

Пусть мы хотим в начале каждого часа передать 2 раза WSPR-15, затем Opera-32 таким образом, чтобы завершить ее передачу к исходу часа. Так сделать 3 раза (три часа) и после этого трижды передать в DFCW-60 свой позывной с паузой между каждой передачей. После этого передачу прекратить.

Текст циклограммы будет следующий:

```
[1]
TIME=hh:00:00
MODE=WSPR
DOT=16           - помните? См. главу о WSPR
FREQ=137611
```

```
[2]
MODE=WSPR
DOT=16
FREQ=137611
```

```
[3]
TIME=hh:30:00
DDS_BIT=32
MODE=OP-32
FREQ=137512
RUNTIME=1798
```

```
[4]
NEXT=1
REPEAT=3
```

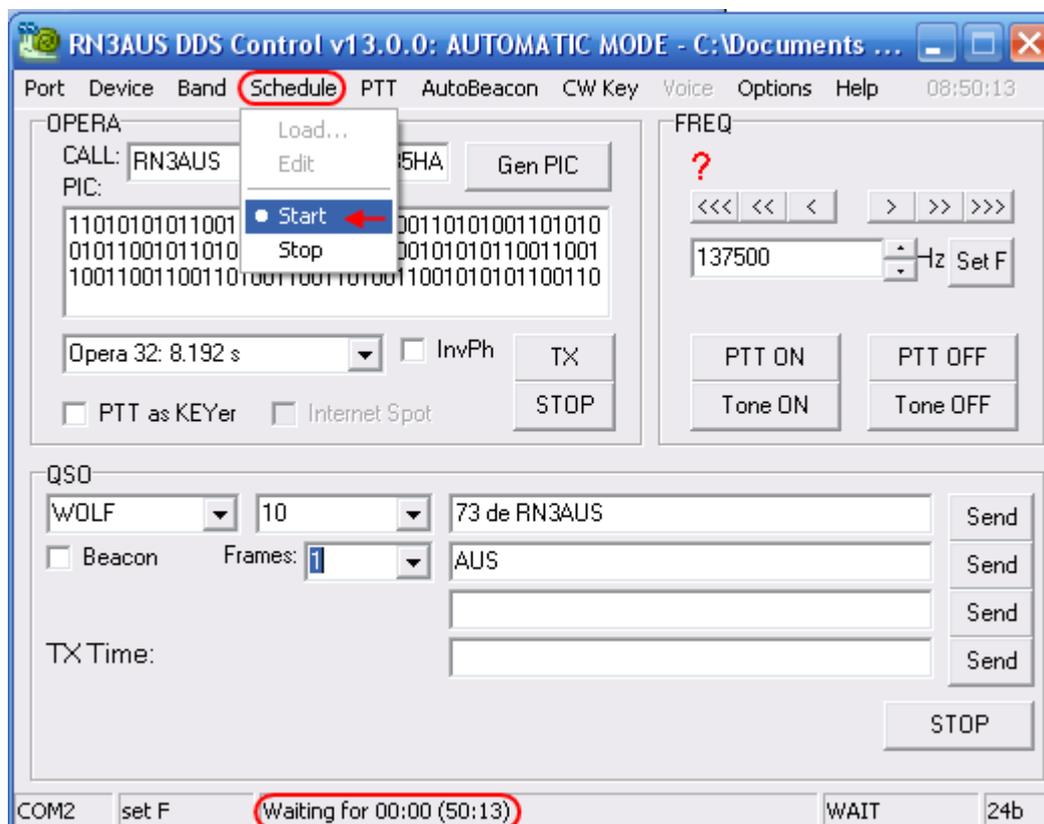
```
[5]
MODE=DFCW
DOT=60
MSG=RN3AUS
DDS_BIT=32
FREQ=137778
```

```
[6]
PAUSE=180
```

```
[7]
NEXT=5
REPEAT=3
```

```
[8]
MODE=STOP
```

Поместите текст этой циклограммы в какой-либо текстовый файл. Загрузите его в меню **Schedule->Load...** Затем запустите его исполнение **Schedule->Start:**



Исполнение циклограммы начнется с ожидания начала часа. Как только настанет момент hh:00:00, начнется передача WSPR-15. Обратите внимание, что поля выбора режима и длительности и поле частоты автоматически заполнились нужными значениями.

Повторная передача WSPR-15 (задание [2]) начнется в hh:15:00 и окончится в hh:29:52. Затем циклограмма перейдет к заданию [3] и будет ожидать hh:30:00. В задаче [3] присутствует команда переключения в режим 32 бита (как мы помним, передача WSPR происходит в режиме 24 бита). Начнется передача Opera-32 и продолжится в течение 1798 секунд, то есть до hh:59:58. После чего циклограмма вернется к заданию [1].

Так повторится три раза.

Затем начнется выполнение задания [5]. По окончании DFCW следует пауза 3 минуты (задание [6]) и трехкратный повтор заданий [5]-[6]. Последнее задание [7] MODE=STOP прекращает исполнение циклограммы. Если забыть указать эту команду, программа просканирует файл с целью обнаружить следующие

задания вплоть до номера [99] и выполнение циклограммы через несколько секунд также прекратится.

В циклограмме не следует использовать вложенные циклы!

Если в циклограмме присутствуют команды ожидания определенного момента времени (в явной форме команда TIME= или в неявной форме при использовании синхронных режимов WSPR, JT9, EBNAUT), то нужно обеспечить, чтобы предыдущее задание завершалось не менее, чем за 1-2 секунды до назначенного момента времени.

При загрузке циклограмм правильность составленного алгоритма не проверяется. Программа просто начинает исполнять скрипт, пытаясь выполнить те команды, которые встретит и «поймет». Неправильные команды игнорируются.

По сути, циклограмма – это попытка автоматизировать те действия, которые приходится делать вручную при подготовке передачи в том или ином режиме: ввести частоту, выбрать режим и скорость, нажать «Send». Программа, считывая значения в тексте циклограммы, просто подставляет их в соответствующие поля. Если в тексте задания не указаны те или иные параметры (например, BAND или FREQ), то они будут взяты из текущих настроек (состояния) программы.

Во время работы циклограммы можно влиять на ход ее выполнения. Нажатие кнопки «**STOP**» прекращает выполнение текущего задания, сразу же происходит переход к следующему заданию. Остановить циклограмму можно в меню **Schedule->Stop**.

6. Автономный маяк

Не всегда удобно держать компьютер включенным всю ночь. Также неудобно брать его с собой на выезды. Для таких случаев предназначен режим **AutoBeacon**, доступный для прошивок синтезатора начиная с версии 3. Объем памяти EEPROM ATtiny 2313 128 байт, ATtiny 4313 256 байт (прошивка версии 4, поддерживается DDS_ctrl v.13).

Нам понадобится файл циклограммы, составленный по тем же правилам, что и для режима «Schedule». Однако, так как память синтезатора относительно невелика, есть определенные ограничения:

- если используется режим **WSPR**, он должен стоять в циклограмме первым.
- доступны режимы: CW, QRSS, DFCW, WSPR, OPERA, RTTY
- команды: RUNTIME, PAUSE, NEXT. Команды REPEAT и TIME не поддерживаются.
- разрядность частоты всегда 24 бита.
- Длина сообщений также ограничена: они не должны состоять более чем из 255 тактов.

Например, точка в QRSS занимает 2 такта (точка и пауза после нее), тире занимает 4 такта (три точки и пауза). В DFCW и точка и тире имеют одинаковую длительность и состоят каждая из четырех тактов по 2 бита (посылка длиной три такта и пауза один такт). Таким образом, сообщения могут быть лишь довольно короткими, но чаще всего этого хватает.

Пример циклограммы:

```
[1]
FREQ=137567
MODE=WSPR
DOT=2
```

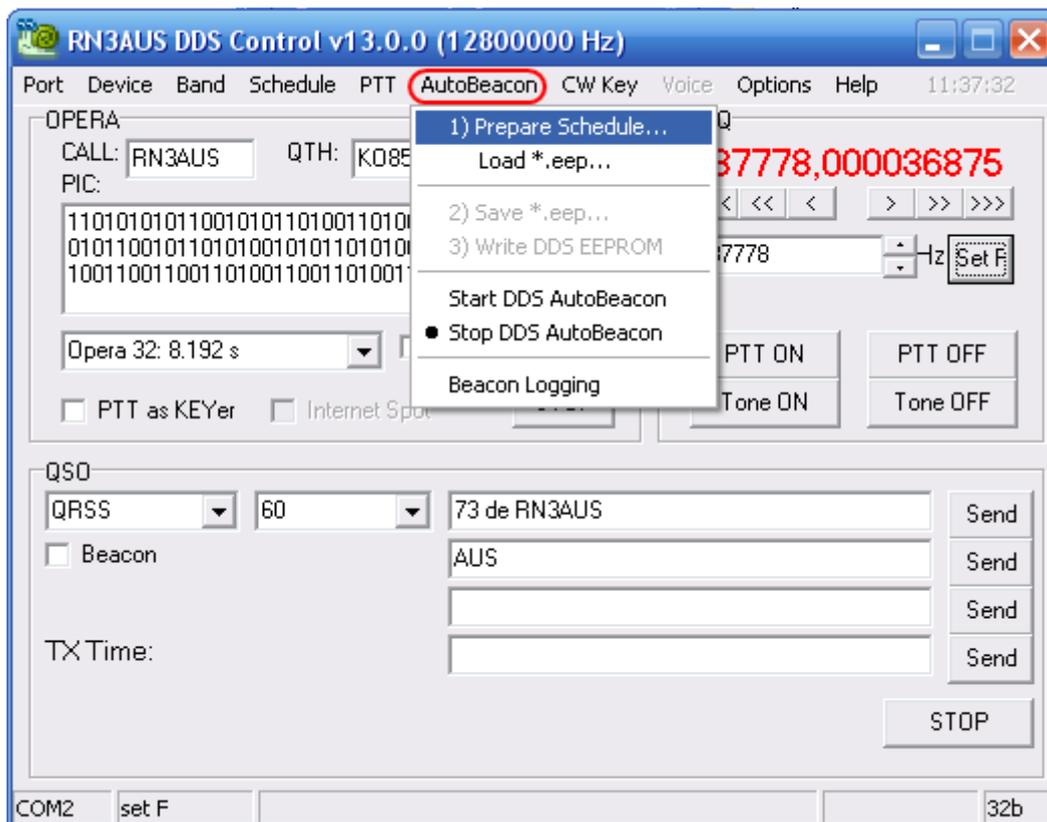
```
[2]
FREQ=137512
MODE=OP-32
```

```
[3]
FREQ=137778
MODE=DFCW
DOT=60
MSG=AUS
```

```
[4]
PAUSE=60
NEXT=1
```

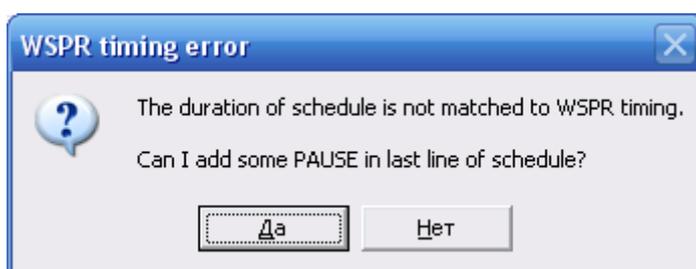
Обратите внимание: в данном случае команда PAUSE может стоять вместе с NEXT.

С помощью меню **AutoBeacon->Prepare Schedule...** нужно выбрать и загрузить файл циклограммы:

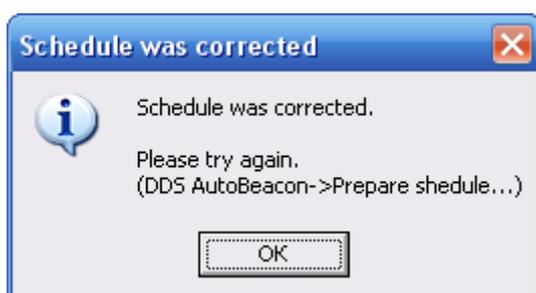


После загрузки файла происходит его обработка и подготовка данных для записи в память EEPROM синтезатора.

Предположим, что мы загружаем файл с циклограммой из примера. Первым стоит режим WSPR, следовательно, общая длительность всей циклограммы должна быть такой, чтобы по ее завершении новая передача WSPR происходила в правильный момент времени. Программа следит за этим. Будет выведено сообщение:



Нажимаем ДА.



Циклограмма была скорректирована, теперь последнее задание выглядит так:

```
[4]
PAUSE=111,52108
NEXT=1
```

Изменилась продолжительность паузы. Загрузим файл еще раз и увидим в строке состояния: «**Schedule is ready: 2399,999 s**». Общая продолжительность циклограммы составила 2400 сек = 40 минут.

Поскольку для тактирования синтезатора обычно используется прецизионный ТСХО, точность исполнения циклограммы очень высокая, лучше, чем стабильность обычных электронных часов.

Готовые данные для циклограммы синтезатора могут быть предварительно сохранены в файл *.eep (стандартный формат файла данных EEPROM для различных программаторов) с помощью меню **AutoBeacon->Save *.eep...** Впоследствии этот готовый файл можно сразу загрузить и использовать (меню **AutoBeacon->Load *.eep...**).

Далее нужно осуществить запись циклограммы непосредственно в память синтезатора **AutoBeacon->Write DDS EEPROM**. Появится сообщение:



Необходимо нажать управляющую кнопку на лицевой панели синтезатора, и удерживая ее нажатой, кликнуть «OK». Начнется запись, кнопку синтезатора можно отпустить. Так сделано для защиты от случайного повреждения информации в EEPROM и подтверждения действия оператором.

Запуск записанной циклограммы автоматического маяка можно выполнить с помощью меню **AutoBeacon->Start DDS AutoBeacon**. Программа запросит синтезатор о первом режиме циклограммы и, если это WSPR, дождется нужного момента времени и тогда даст команду запуска передачи.

Если же синтезатор используется автономно без компьютера (для чего режим AutoBeacon и предназначен), то запуск циклограммы происходит следующим образом:

- выключите питание синтезатора
- нажмите и удерживайте нажатой кнопку управления и включите синтезатор
- отпустите кнопку управления

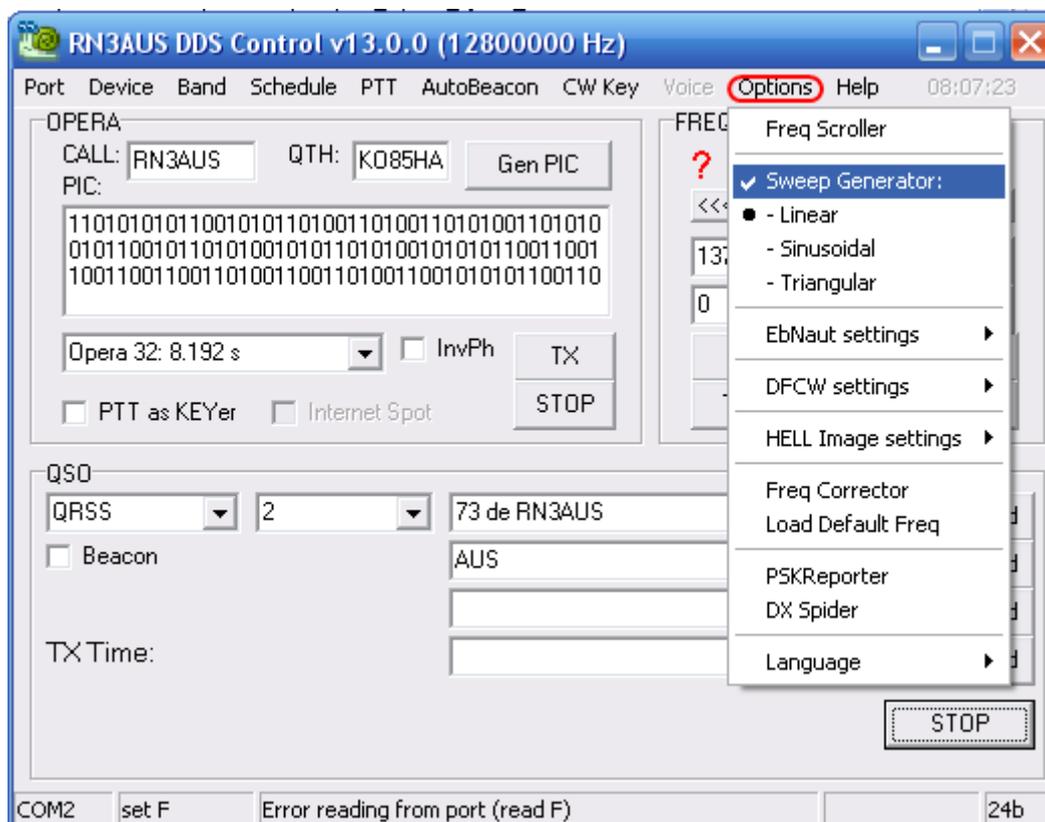
После подачи питания контроллер синтезатора проверяет состояние кнопки управления. Если она нажата, включается режим автоматического маяка, если нет - обычный режим с внешним управлением.

Когда синтезатор работает в режиме AutoBeacon, в любой момент времени мы можем начать исполнение циклограммы заново, нажав кнопку управления. Это пригодится, если первым режимом циклограммы является WSPR (синтезатор это никак не отобразит, но мы сами должны знать, какую циклограмму в него ранее записали). Итак, включив автомаяк, в нужный момент времени, глядя на часы (мобильный телефон показывает точное время, если в нем включена опция синхронизации по времени сети), нужно в 00 сек коротко нажать управляющую кнопку синтезатора. Передача начнется заново теперь уже с привязкой ко времени.

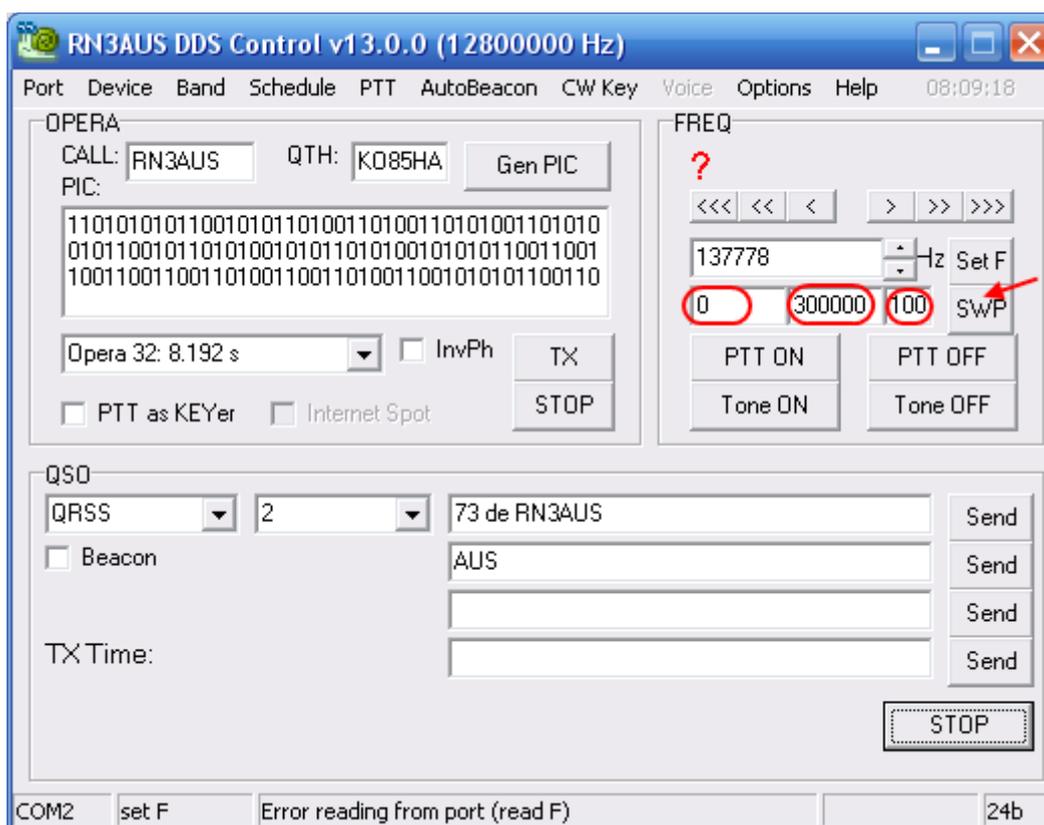
7. Дополнительные возможности

7.1. Генератор качающейся частоты.

Синтезатор можно использовать как генератор качающейся частоты. Для этого служит меню **Options->Sweep Generator:**



Можно выбрать линейный, синусоидальный или треугольный закон изменения частоты ГЧУ. На панели FREQ появятся новые органы управления:

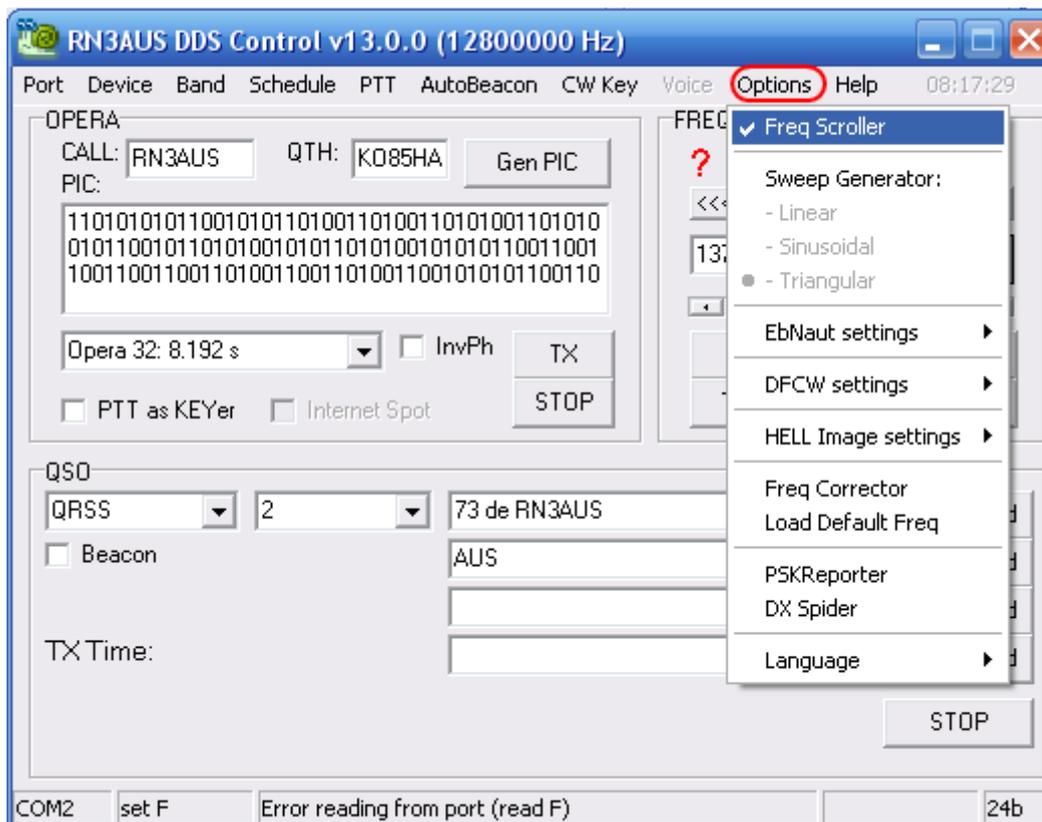


Первое поле: нижний предел изменения частоты ГКЧ в Герцах.
Второе поле: верхний предел изменения частоты ГКЧ в Герцах.
Третье поле: скорость перестройки частоты Гц/сек.
Кнопка SWP запускает/останавливает работу ГКЧ.

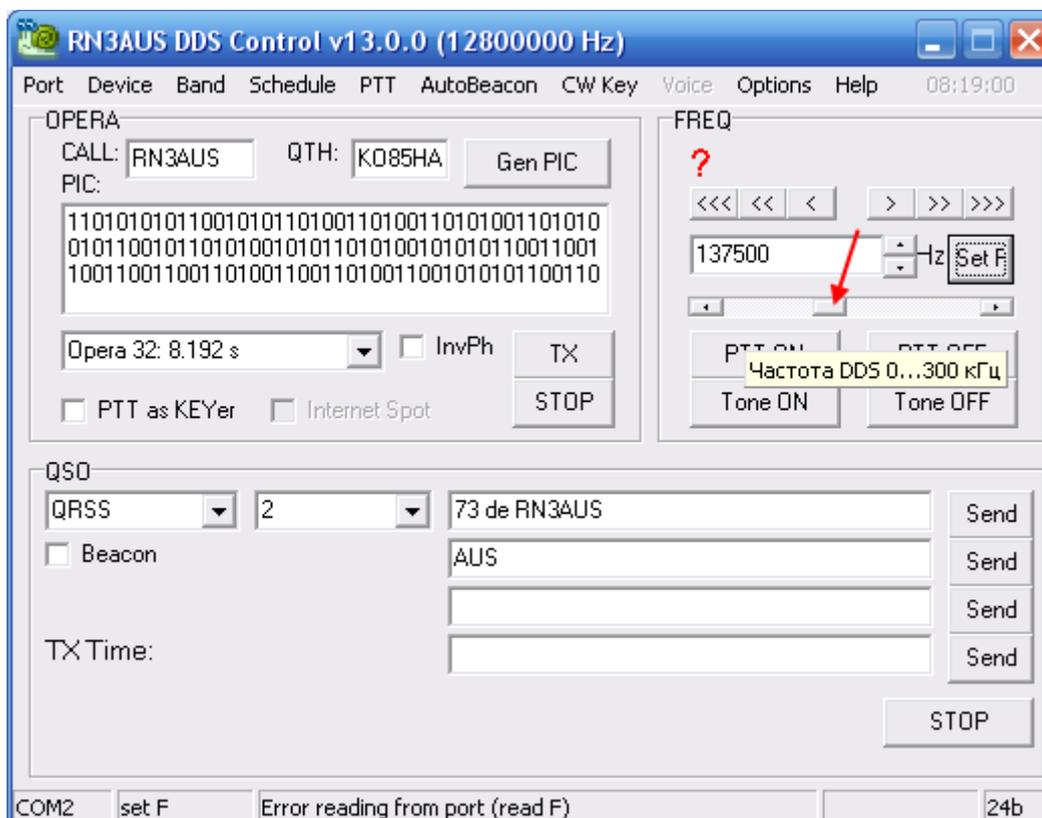
7.2. Частотный скроллер

Иногда для экспериментов удобно вводить частоту не вручную, а более быстрым способом – с помощью ползунка (скроллера).

Такую возможность предоставляет меню **Options->Freq Scroller:**



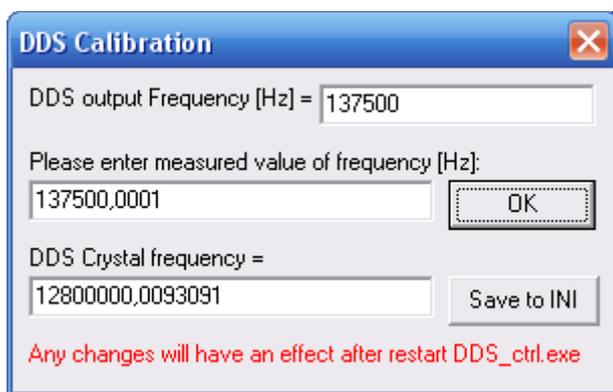
На панели FREQ появляется новый элемент управления, смещением которого можно менять частоту DDS от 0 до 300 кГц. Номинал частоты отображается в поле ввода частоты.



7.3. Калибровка синтезатора

Если частота опорного генератора синтезатора отличается от номинала, что бывает при использовании кварцев или не очень точных генераторов, то и формируемый синтезатором сигнал будет иметь частотный сдвиг. Этот сдвиг можно измерить, например, наблюдая свой сигнал на каком-либо граббере, отображающем частоту точно. Например, граббер DF6NM (<http://df6nm.de>) имеет превосходную точность и стабильность частоты.

Меню Device->Calibration... открывает диалоговое окно, где нужно указать частоту, на которую настроен синтезатор, и частоту, измеренную тем или иным способом с максимальной точностью.



После нажатия ОК программа вычисляет и выводит в нижнем поле точную частоту опорного генератора синтезатора. По нажатию кнопки «**Save to INI**», вычисленная частота будет записана в INI-файл. Изменения вступают в силу после перезапуска программы.

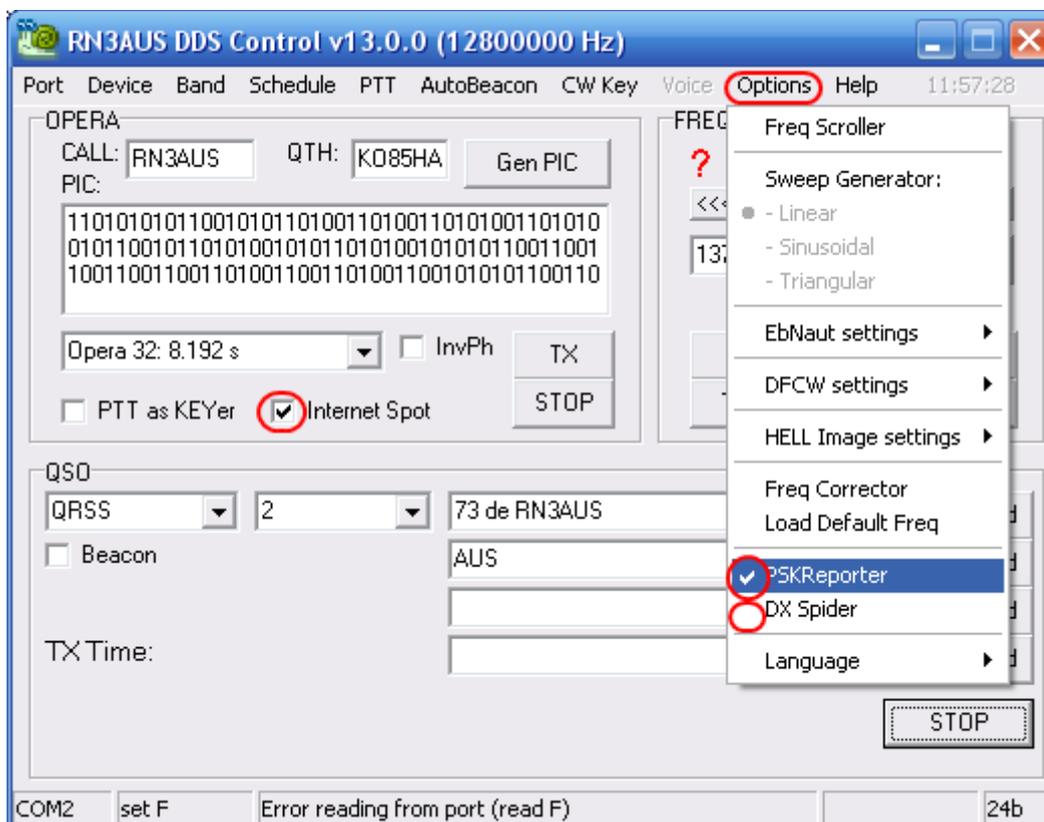
Одновременно в рабочем каталоге будет сформирован файл **dds_round_freq_list.txt**. Он содержит перечень «круглых» частот в диапазоне от 135700 до 137800 Гц, доступные синтезатору с текущими настройками:

```
LIST of round DDS FREQ in LF range
Crystal=12800000.000000 Hz
24-bit mode
135937.500000 Hz
136718.750000 Hz
137500.000000 Hz
```

Круглыми считаются те частоты, которые в точности (не хуже 0.000001 Гц) кратны 0.25 Гц. Как видим, таких частот не так уж и много в 24-битном режиме. В режиме 32 бита список будет намного длиннее.

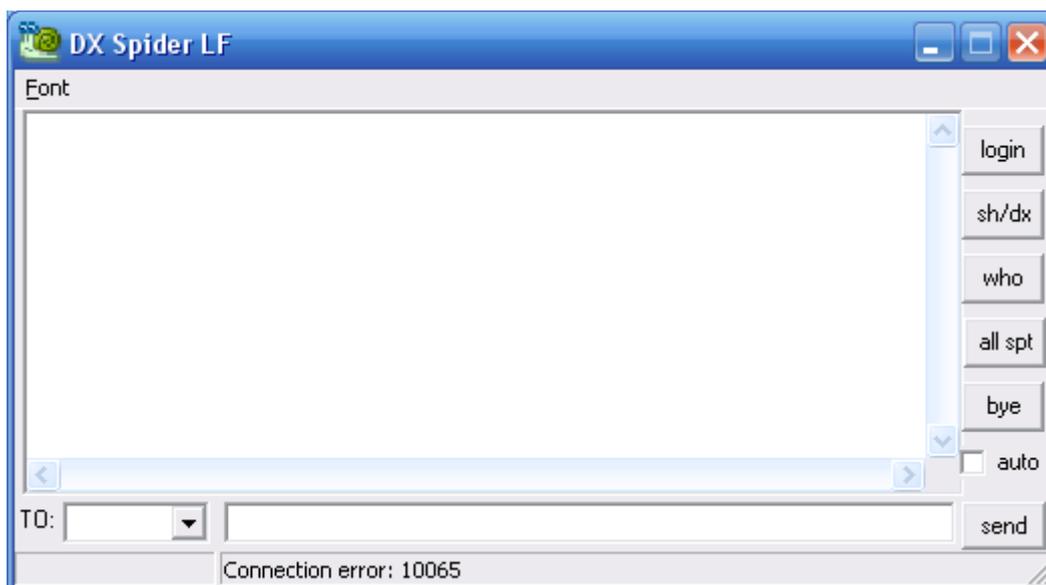
7.4. Использование PSKReporter и DX Spider.

Свои передачи в различных режимах можно анонсировать через известные сервисы PSKReporter и/или DX Spider. Включить этот режим можно в меню **Options->PSKReporter** и **Options->DX Spider**.



При включении спотов PSKReporter активизируется галочка **Internet Spot** в поле OPERA.

При активизации DX Spider откроется новое окно:



В этом окне, если удалось подключиться к кластеру, будут отображаться текущие споты диапазона ДВ. Можно отправлять и собственные сообщения. В меню **Font** можно настроить желаемый шрифт, его размер и цвет.

Все настройки, необходимые для работы PSKReporter и DX Spider, находятся в INI-файле.

Во время передачи режимов, особенно критичных к таймингу (WOLF, EbNaut) сетевой обмен с PSKReporter и DX Spider принудительно выключается, так как сетевые компоненты могут в ряде случаев вносить нежелательные задержки в работу программы.

8. Файл настроек DDS_ctrl.ini

Те поля, которые **не следует** изменять, помечены **цветом**.

```
[DDS]
DDS_Port=COM2      - порт синтезатора
Crystal=12800000  - частота опорного генератора DDS
Cycles=11
Cycles24=11
Cycles32=12
TimerOffset=60
Freq=137500       - частота
Mode=PSK          - режим
Dot=1             - длительность элемента (точки)
MSG1=AUS         - сообщение 1
MSG2=            - сообщение 2
MSG3=            - сообщение 3
MSG4=            - сообщение 4
BAND=LF          - диапазон (LF, LF2, LF4, MF, AF, VLF)
PTT_DELAY=500    - задержка срабатывания PTT [мс]
                  (PTT будет включаться за 500 мс до начала
                  передачи)
PTT_QSK=15       - выключать PTT, если пауза больше 15 с
FREQ_CORRECTOR=0 - использовать FREQ_CORRECTOR (1-да, 0-нет)
USE_RTSDTR=1     - использовать режим «без DDS» (1-да, 0-нет)
RTS_IS_KEY=1
LANGUAGE=ENG     - язык интерфейса (ENG, RUS)
B_PAUSE=0       - пауза между повторами маяка, мин

[POWER_AMPLIFIER]
PA_x2_d2=0      - тип драйвера усилителя мощности (0-обычный,
                  1-с удвоением/делением частоты). Отличается только
                  работа с фазовой манипуляцией. Обычный драйвер -
                  фаза инвертируется скачком, в противном случае -
                  квазиплавно.

[DFCW]
USER_SETTINGS=0 - использовать нестандартные настройки (1-да,
                  0-нет)

DF=3
SPACE=1
USE_DF60=1     - использовать частотный разнос DFCW-60 для
                  более длинных мод (1-да, 0-нет)

[OPERA]
CALLSIGN=RN3AUS - позывной
PIC=1101010101100101011010011010011010100110101001011001011010
10010101101010010101011001100110011001100110100110011010011001
```

01010110011010101010011001101001100101101001011010101010011001
101010100101101001011010010110010101010110011010101001101

USE_PTT_AS_KEYER=0 - использовать PTT для манипуляции (1-да,
0-нет)

PHASE_INVERSION=0 - инвертировать фазу несущей после каждой
посылки (1-да,0-нет)

[WSPR]

QTHLOC=KO85HA

PWRLEVEL=10

PAUSE=2000

FAST=1 - использовать быстрое переключение частот в
синтезаторе (1-да,0-нет). Рекомендуется использовать.

WSPRTONES= - зарезервировано

[HELL FONT] - начертания символов в режиме HELL

A=123454749741000

B=135791591573000

C=427191919198000

D=426161613579000

E=52851951968000

F=135795959599000

G=528191949418000

H=1357950513579000

I=31619112000

J=3219191939579000

K=135795361789000

L=12315171912000

M=135797535797531000

N=1357975313579000

O=316181929497000

P=13579494957000

Q=36181919392471000

R=135795391597000

S=21861951938000

T=9195890909000

U=2519101012469000

V=996310135799000

W=975313575313579000

X=19284653719000

Y=1916243579000

Z=12919495169189000

0=427181929497000

1=1121376789000

2=173919581000

3=2815915937000

4=57950513579000

5=157951951939000

6=3618691969148000
7=1395969799000
8=241751951937000
9=1752939486000
-=5050505000
+=0525456585000
,=001200
.=001000
/=123456789000
\=987654321000
'=8900
"=8908900
(=5281900
)=9182500
>=192836400
<=56381900
:=003700
_ =00000000
?=081495700
!=0145678900
*=01593753715900
Б=135791969249000
Г=13579090909000
Д=1224692929521000
Ж=193713583719000
И=2519101013579000
Л=11246890909741000
П=1357909091959000
Ф=574914794957000
Ц=352920235291000
Ш=135191357113579000
Щ=2462923572246291000
Ъ=1497915153000
Ы=1357915153013579000
Ь=1357915153000
Э=159159159258000
Ю=13579525719296000
Я=17394941479000
@=3161869249597000

[HELL]

CHIRP_DIRECTION=1 - направление штриховки изображений при их передаче в режиме HELL (0 - снизу вверх, 1 - сверху вниз)

CONTRAST_INVERSE=1 - передавать изображение в негативе (1-да, 0-нет). На спектрограмме лучше выглядит негатив.

ZOOM=0

NAKLON=1

[CW_KEY]

AUDIO_TONE=800

AUDIO_DEVICE=-1

[DEFAULT_FREQ]

- рабочие частоты по умолчанию для
разных режимов и диапазонов

LOAD=0

- устанавливать эти частоты (1-да,0-нет)

CW=136600

QRSS-3=137710

QRSS-60=137777

DFCW-3=137710

DFCW-60=137777

HELL-3=137710

HELL-60=137777

OP-8=137650

OP-32=137510

WOLF=137500

PSK=137500

JT9-2=137500

JT9-5=137500

JT9-10=137140

JT9-30=137040

WSPR-2=137500

WSPR-15=137615

MFSK=137500

VOICE=137500

RTTY=137500

EBNAUT=137490

[DEFAULT_FREQ_MF]

CW=472400

QRSS-3=476150

QRSS-60=476150

DFCW-3=476150

DFCW-60=476150

HELL-3=476150

HELL-60=476150

OP-8=478510

OP-32=478510

WOLF=475500

PSK=475500

JT9-2=475700

JT9-5=475700

JT9-10=475700

JT9-30=475700
WSPR-2=475700
WSPR-15=475815
MFSK=475500
VOICE=475500
RTTY=475500
EBNAUT=475500

[DEFAULT_FREQ_AF]

CW=600
QRSS-3=1710
QRSS-60=1777
DFCW-3=1710
DFCW-60=1777
HELL-3=1710
HELL-60=1777
OP-8=1650
OP-32=1510
WOLF=1500
PSK=1500
JT9-2=1500
JT9-5=1500
JT9-10=1140
JT9-30=1040
WSPR-2=1500
WSPR-15=1615
MFSK=1500
VOICE=1500
RTTY=1500
EBNAUT=1490

[VOICE]

DF=30
SAMPLE_RATE=6000
MAX_SAMPLES_NUMBER=1000000
MODULATION=FM
SSB_NF=1
PWM_N=1

[PSKREPORTER]

ENABLE=0
HOSTNAME=report.pskreporter.info
PORT=4739

[DXSPIDER]

ENABLE=0

HOST=
ADDRESS=93.88.130.90 - IP-адрес DX-кластера
PORT=8000 - порт кластера
LOGIN=RN3AUS-1 - мой логин
MYCALL=RN3AUS - мой позывной для кластера
NAME=Alex - мое имя для кластера
QTH=nr Moscow - описание моего местоположения
QRA=KO85HA - локатор
FILTER=acc/spot on vlf
SHDX_COMMAND=sh/dx 10 on vlf
REFRESH_TIME=60
FONT_NAME=Lucida Console
FONT_SIZE=8
FONT_COLOR=8388608
FORM_HEIGHT=292
FORM_WIDTH=523

[RTTY]

DF=170

[EBNAUT]

START_TIME_MULT=5 - передача EbNaut будет начинаться с
началом минуты, кратной этому множителю

9. Протокол управления синтезатором

Управление микроконтроллером синтезатора осуществляется через COM-порт, скорость 9600, разрядность данных 8 бит, контроль четности не используется, стоповый бит один, управления потоком нет. Поддерживаются следующие команды:

Команда	Код ASCII	Действие	Ответ от МК
+	0x2b	увеличить частоту на 1 шаг	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
u	0x75	увеличить частоту на 10 шагов	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
U	0x55	увеличить частоту на 100 шагов	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
-	0x2d	уменьшить частоту на 1 шаг	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
d	0x64	уменьшить частоту на 10 шагов	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
D	0x44	уменьшить частоту на 100 шагов	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
T	0x54	включить РТТ (передача)	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
R	0x52	выключить РТТ (прием)	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
s<F4><F3><F2><F1>	0x73 (первый символ)	установить частоту, где <F4><F3><F2><F1> - код частоты, 4 байта. Первый байт, обозначенный как <F4>: - режим 24 бит: пустой, микроконтроллер его игнорирует; - режим 32 бита: младший байт частоты. Остальные три байта идут в порядке от старшего к младшему. Общая длина команды 5 байт.	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
?	0x3f	Запрос частоты	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
3	0x33	Включить режим 24 бита	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
4	0x34	Включить режим 32 бита	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
G	0x47	Запустить передачу автономного маяка	V<mode><F3><F2><F1><T2><T1><T0><N><F4> 10 байт <mode>: W - wspr Q - qrss D - dfcw O - opera B - bpsk N - пауза <F...> - частота <T> - длительность <N> - кол-во посылок
H	0x48	Остановить передачу автономного маяка	V<0x00><F3><F2><F1><T2><T1><T0><N><F4> 10 байт
&	0x26	Начало записи EEPROM	&
/	0x2f	Записать очередной байт EEPROM	W - записано ! - нет места в eeprom
#	0x23	Конец записи EEPROM	#
L<F02><F01><F00><F12><F11><F10><F22><F21><F20><F32><F31><F30>	0x4c (первый символ)	Запись 4-х частот F0, F1, F2, F3 для их последующей «быстрой» установки	F<F4><F3><F2><F1><0x0a>
0xf0	0xf0	Установить частоту F0	нет
0xf1	0xf1	Установить частоту F1	нет
0xf2	0xf2	Установить частоту F2	нет
0xf3	0xf3	Установить частоту F3	нет
1	0x31	Включить тон («нажатие»)	нет

0	0x30	Выключить тон («отжатие»)	нет
p<x4><x3><x2><x1>	0x70 (первый символ)	Установить фазовый сдвиг, где <x4><x3><x2><x1> - код фазы, 4 байта. Это значение будет прибавляться к аккумулятору фазы по команде «инверсия фазы». <x4> - пустой, игнорируется, <x3> младший, <x1> - старший. Всего 5 байт.	нет
P	0x50	Инвертировать фазу. К аккумулятору фазы будет прибавлено значение, установленное командой «установить фазовый сдвиг».	нет

Последние восемь команд максимально оптимизированы для работы в реальном масштабе времени, поэтому в ответ на них микроконтроллер ничего не посылает по COM-порту. На все остальные команды (если не указано иное), в том числе нераспознанные контроллером, возвращается ответ, содержащий код установленной частоты, в виде F<F4><F3><F2><F1><0x0a>, всего 6 байт, первый символ ASCII 0x46.

Байт F4 в ответах синтезатора всегда содержит следующую информацию:

Номер бита							
7	6	5	4	3	2	1	0
Версия прошивки			24/32 бита	Режим программир. EEPROM	Beacon On/off	Tone On/off	PTT On/off
1	0	0	1	0	0	0	0

В последней строке таблицы приведен пример:

- версия прошивки: 4
- включен режим 32 бита
- программирование EEPROM не производится
- режим автономного маяка отключен
- тон (выходной сигнал) выключен
- PTT выключено

Примечание: как видим, в режиме 32 бита в ответах от синтезатора передаются только 3 старших байта частоты, младший не передается, то есть частота сообщается управляющей программе не полностью. Предполагается, что управляющая программа «помнит» этот байт. В режиме же 24 бит частота «возвращается» полностью.

Вычисление кода частоты производится по формуле:

- режим 24 бита: $Code = F / Step$,
где $Step = F_{crystal} / 11 / 2^{24}$.
- режим 32 бита: $Code = F / Step$,
где $Step = F_{crystal} / 12 / 2^{32}$.

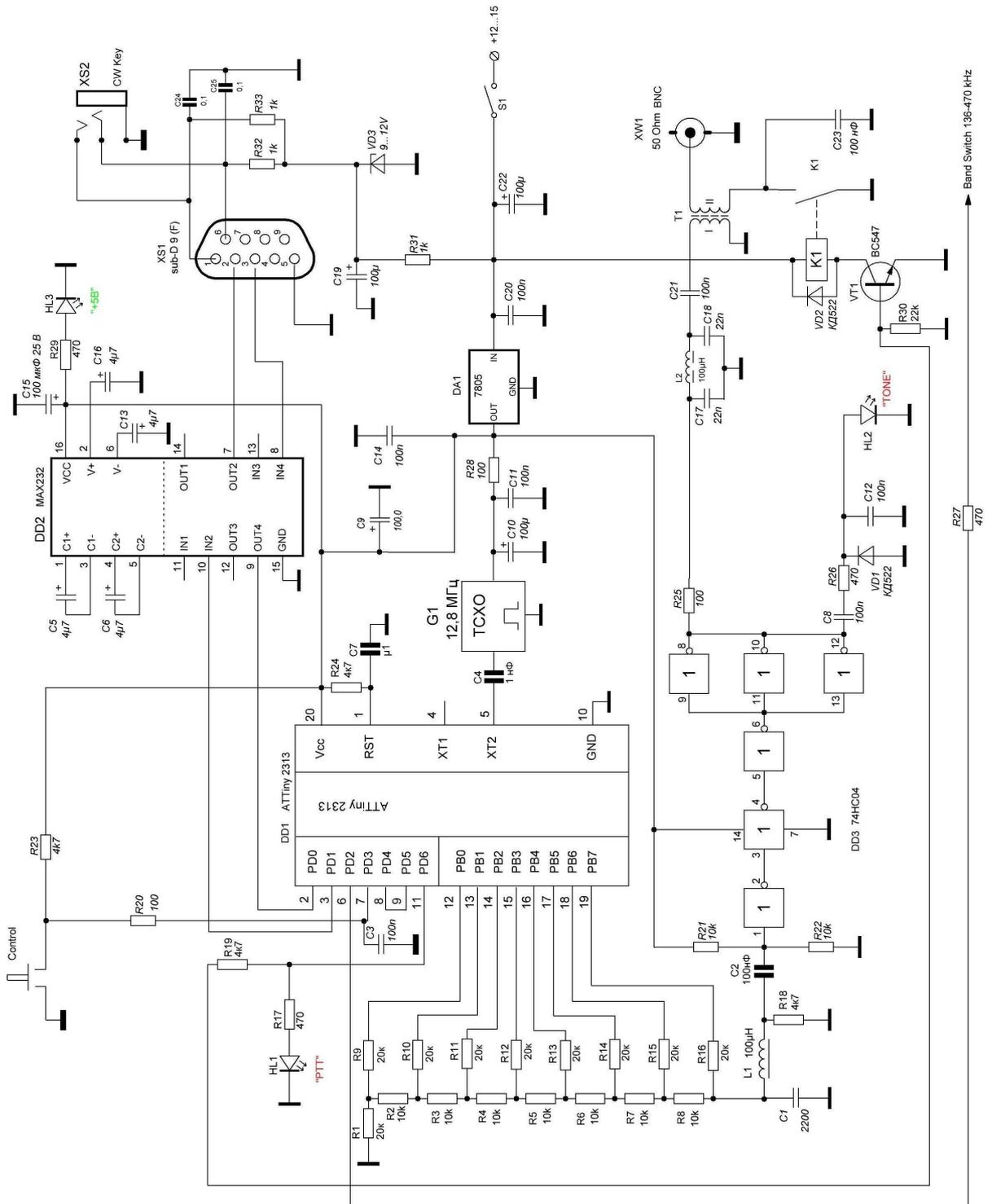
Обратное вычисление установленной частоты по ее коду:
 $F = \text{Code} * \text{Step}$.

Обработка команды инверсии фазы занимает 22 машинных такта, что соответствует времени формирования 2 отсчетов выходного сигнала (в режиме 24 бита). Код для требуемого фазового сдвига в 180 градусов (BPSK) зависит от частоты и вычисляется по формулам: $N = F_{\text{crystal}} / F / 11$ (количество отсчетов, приходящихся на один период сигнала), с учетом времени на обработку прерывания (2 отсчета сигнала) сдвиг на полпериода займет $N_{\text{ph}} = N / 2 + 2$ отсчетов, следовательно, код фазы будет равен $\text{PH_Code} = N_{\text{ph}} * \text{Code}$, где Code – код установленной частоты.

Примечание: для режима 32 бита $N = F_{\text{crystal}} / F / 12$ и $N_{\text{ph}} = N / 2 + 22 / 12$.

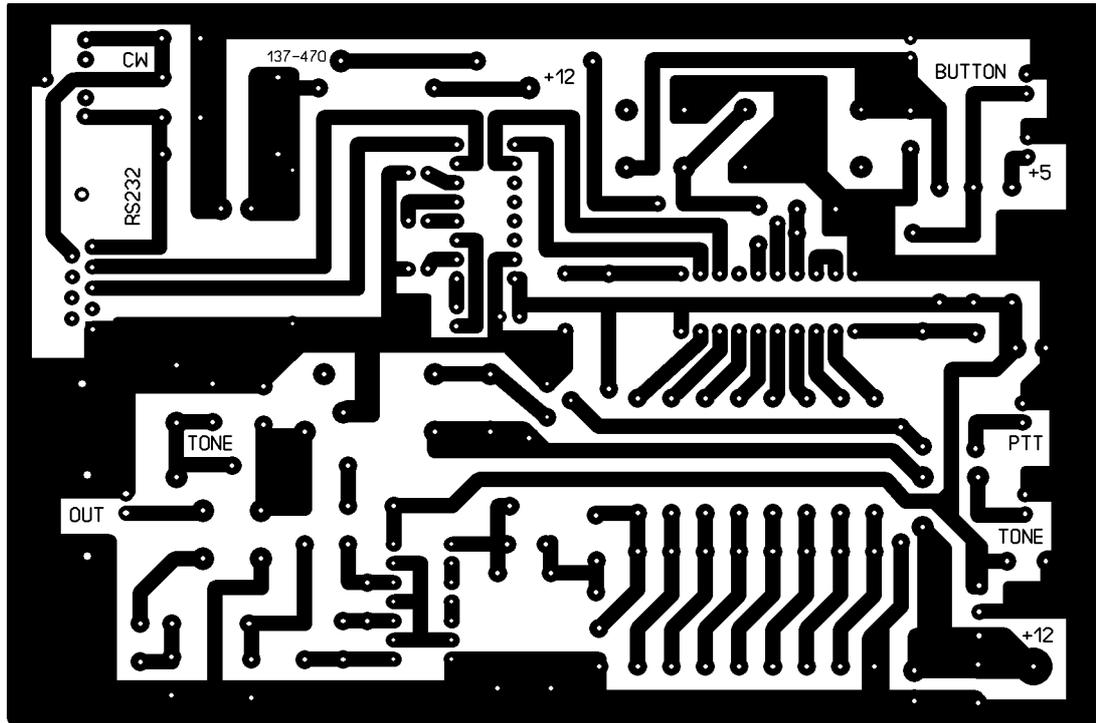
10. Синтезатор

Для полноты описания приведем здесь и один из вариантов схемы синтезатора. DD1 - ATtiny2313 или ATtiny4313.

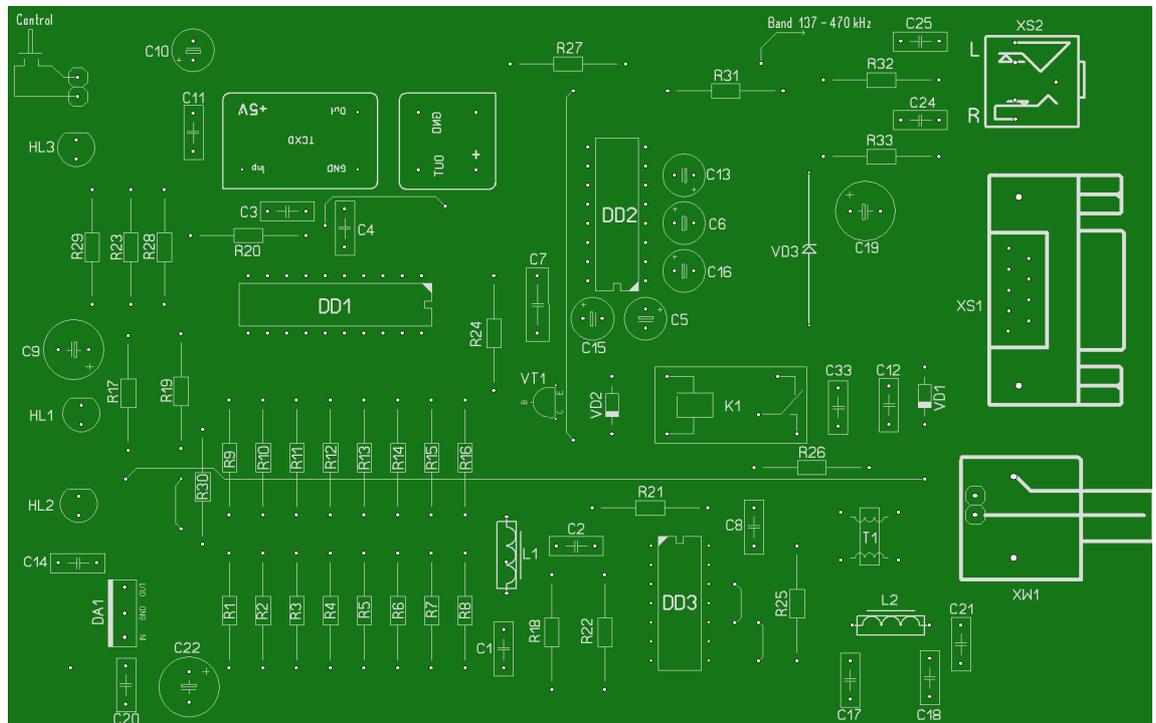


Примечание: сигнал «Band Switch 136-470 kHz» формируется автоматически и имеет значение «логический 0» при выходной частоте < 200 кГц и «логическая 1» в противном случае.

Вариант печатной платы с упрощенным монтажом имеет размеры 95 x 145 мм. Вид со стороны печатных проводников:



Размещение деталей:



На сайте автора http://rn3aus.narod.ru/dds_tx/index.html есть и другие варианты конструктивного исполнения синтезатора, меньших размеров.

Функции кнопки управления синтезатора.

Синтезатор имеет всего два органа управления: тумблер включения питания и многофункциональную кнопку.

Кнопка срабатывает по заднему фронту, то есть в момент ее отпускания.

Функции кнопки:

- короткое нажатие включает тон – синтезатор начинает генерировать установленную частоту. По умолчанию эта частота равна 137500 Гц
- повторное короткое нажатие выключает тон
- длинное нажатие (кнопка должна удерживаться в нажатом состоянии около 2 сек) включает РТТ. На состояние тон вкл-откл длинное нажатие не влияет.
- Повторное длинное нажатие выключает РТТ
- Если при включении питания управляющая кнопка удерживается нажатой, то синтезатор переходит в режим автоматического маяка, начиная передачу в соответствии с записанной в EEPROM циклограммой. Если EEPROM пуст, синтезатор выключает режим автоматического маяка.
- Если синтезатор работает в режиме автоматического маяка, то короткое нажатие на кнопку заставляет начать передачу циклограммы заново. Таким образом можно «привязать» начало циклограммы к точному времени.
- Длинное нажатие в режиме автоматического маяка включает/отключает РТТ
- завершить передачу циклограммы можно выключив питание синтезатора.

Если синтезатор работает в обычном режиме, то при отсутствии команд управления в течении более ~20 мин, сигнал РТТ будет выключен. Это необходимо для защиты передатчика в случае возможного зависания управляющего компьютера. Излучение тона, если оно было включено, продолжается без ограничения по времени.

11. Заключение

Проект DDS-синтезатора был начат в 2011 году на основе разработки EW6GB. Постепенно программа управления, а затем и прошивка синтезатора совершенствовались. Появлялись и реализовывались новые режимы, идеи, так что за прошедшие годы «проект выходного дня» превратился в многофункциональный программно-аппаратный комплекс, исходные тексты имеют объем более 10000 строк. Конечно, и в программах и в железе не все реализовано идеально. Что-то уже устарело или изжило себя, но продолжает поддерживаться для совместимости со старыми самыми первыми прошивками DDS. Это изделие разошлось в разные концы страны в десятке экземпляров, поэтому программа DDS_ctrl любой версии поддерживает по правилу обратной совместимости все предыдущие версии синтезаторов.

Соберите такой синтезатор, и Вы будете иметь простой, удобный и универсальный инструмент для работы в эфире и не только!

С вопросами, пожеланиями и предложениями можно обратиться непосредственно к автору: rn3aus@mail.ru

Успехов на ДВ и 73!