

BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

23

KRZYSZTOF DĄBROWSKI
OE1KDA

TECHNIKA
SŁABYCH SYGNAŁÓW
TOM 3

WIEDENŃ 2014

© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń 2014

Opracowanie niniejsze może być rozpowszechniane i kopiowane na zasadach niekomercyjnych w dowolnej postaci (elektronicznej, drukowanej itp.) i na dowolnych nośnikach lub w sieciach komputerowych pod warunkiem nie dokonywania w nim żadnych zmian i nie usuwania nazwiska autora. Na tych samych warunkach dozwolone jest tłumaczenie na języki obce i rozpowszechnianie tych tłumaczeń.

Na rozpowszechnianie na innych zasadach konieczne jest uzyskanie pisemnej zgody autora.

Technika słabych sygnałów

Tom 3

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wydanie 1

Wiedeń, luty 2014

Spis treści

Wstęp	5
Instrukcja do programu WSJT-X w wersji 1.0	10
Wstęp	11
Wymagane wyposażenie	12
Instalacja i konfiguracja	12
Obsługa programu	15
Pierwsze kroki	15
Prowadzenie łączności	17
Elementy obsługi na ekranie	18
Menu	22
Znaczenie klawiszy i ich kombinacji	24
Szczegóły techniczne	25
Transmisja	25
Odbiór	25
Dekodowanie	25
Dodatek A. Pliki	27
Dodatek B. Protokół JT9	28
Dodatek C. Kod źródłowy	28
Instrukcja do programu WSPR-X	29
Wstęp	30
Instalacja	30
Obsługa programu	30
Uzupełnienie instrukcji do programu WSPR dla wersji 2.1 do 3.0	35
Wstęp	36
Instalacja	36
Dodatkowe funkcje	36
Konfiguracja dla trybu kwadraturowego	38
Tłumienie częstotliwości zwierciadlanych	39
Poziom nadawanego sygnału m.cz.	40
Praca wielopasmowa	40

Wstęp

W roku 2013 pojawiły się nowe warianty znanych powszechnie emisji z grupy WSJT i WSPR. Oprogramowanie WSJT-X (gdzie X podkreśla eksperymentalny charakter rozwiązania) pozwala na pracę nowym rodzajem emisji: JT9. Jest ona zasadniczo podobna do popularnej JT65 ale charakteryzuje się wyższą czułością i jest przewidziana do pracy w zakresach fal długich, średnich i krótkich. Wzrost czułości w stosunku do JT65 wynosi ok. 2 dB a sygnał zajmuje pasmo 15,6 Hz a więc poniżej 10 % pasma zajmowanego przez sygnały JT65 – dla JT65A wynosi ono 178 Hz. Emisja JT9 pozwala więc na prowadzenie łączności światowych z mocami rzędu kilku watów i niewielkimi antenami. W WSJT-X dostępnych jest jej kilka wariantów różniących się długością cyklu – od 1 do 30 min (ozn. JT9-1 do JT9-30).

Program WSJT-X do pracy emisjami JT65 i JT9 (w wersjach dla systemów operacyjnych Windows, OSX i Linuks Ubuntu) jest dostępny w internecie pod adresem

<http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjsx.html>.

W starszych wersjach programu dostępne były tylko emisje JT9, w nowszych – także JT65.

Do pracy emisją JT9 zalecane są następujące częstotliwości (są to częstotliwości wytłumionej nośnej SSB a więc wskazywane na wyświetlaczu radiostacji a nie częstotliwości rzeczywiste promieniowanych sygnałów). Analogicznie jak dla JT65 rzeczywiste częstotliwości nadawanego sygnału leżą ok. 0,5–2 kHz powyżej nich:

- ❖ 28078 kHz,
- ❖ 24919 kHz,
- ❖ 21078 kHz,
- ❖ 18104 kHz,
- ❖ 14078 kHz,
- ❖ 10130 kHz,
- ❖ 7078 kHz,
- ❖ 52872 kHz (tam gdzie pasmo 60 m jest dostępne),
- ❖ 3578 kHz,
- ❖ 1838 kHz.

Porównując je z oficjalnymi częstotliwościami pracy JT65A (są to również częstotliwości wytłumionej nośnej rzeczywiste częstotliwości nadawanych sygnałów leżą ok. 800–2000 Hz – średnio ok. 1300 Hz – powyżej):

- ❖ 144,076 MHz, 144,116 MHz, 144,0160 MHz,
- ❖ 50076 kHz, 50160 kHz, 50260 kHz,
- ❖ 28076 kHz,
- ❖ 24920 kHz,
- ❖ 21076 kHz,
- ❖ 18102 kHz,
- ❖ 14076 kHz,
- ❖ 10139 kHz,
- ❖ 7039 kHz w Europie i 7076 kHz w USA,
- ❖ 3576 kHz,
- ❖ 1838 kHz.

zauważamy, że w większości pasm częstotliwości pracy JT9 leżą o 2 kHz powyżej JT65(A).

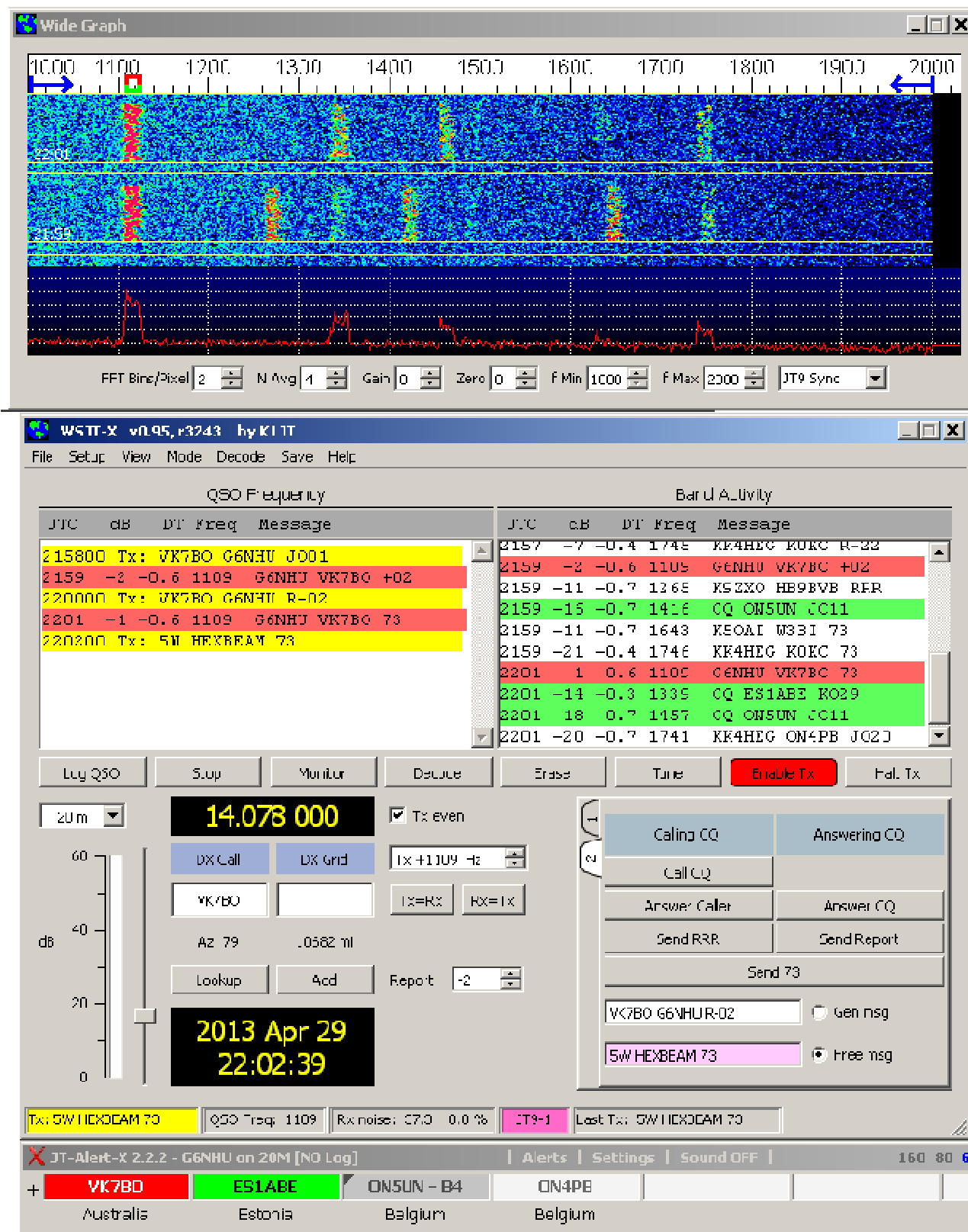
Struktura komunikatów i ich sposoby kodowania są do siebie zbliżone ale system jest dalej udoskonalany przez K1JT i w przyszłości może się bardziej różnić od aktualnego rozwiązania. Analogicznie jak w przypadku JT65 typowe moce nadawania nie przekraczają 10 – 20 W a często leżą w zakresie 5-10 W. Obie emisje są przewidziane w pierwszym rzędzie do pracy QRP.

Przebieg typowej łączności JT9 jest zasadniczo identyczny jak dla JT65 a jej czas trwania dla najkrótszej długości cyklu wynosi 4–6 minut.

Sposób obsługi i korzystania z WSJT-X jest bardzo podobny do obsługi JT-65HF.

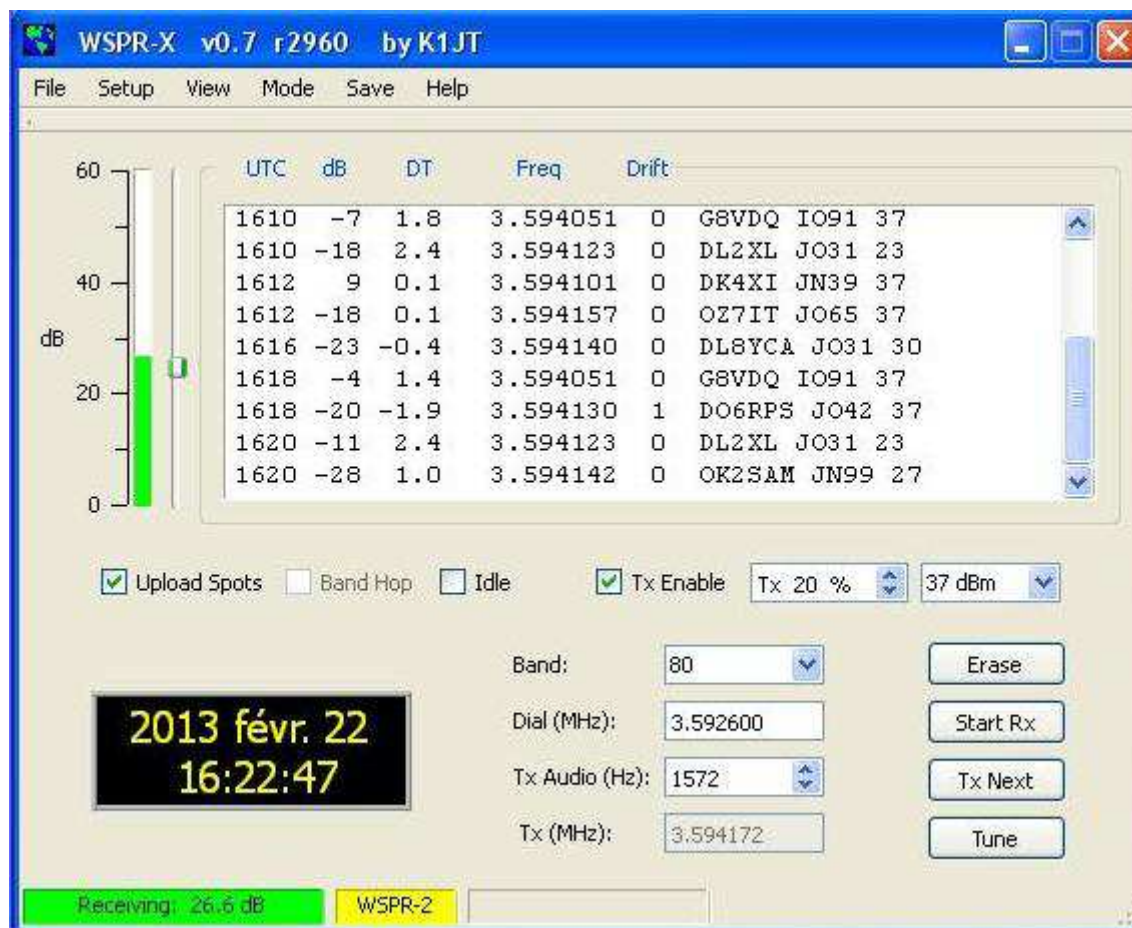
Narzędziem pomocnym w pracy emisjami JTxx jest program JT-Alert. W zależności od ustawień może on alarmować operatora stacji w przypadku odebrania jego wywołania, stacji wołających CQ albo stacji o poszukiwanach znakach, stacji z poszukiwanymi kwadratami lokatora, krajów DXCC lub stref CQ.

Współpracując z WSJT-X albo z JT65-HF może on także prowadzić dziennik stacji albo pomagać w wyszukiwaniu informacji o korespondencje w spisach internetowych. Drugim z przytecznych narzędzi jest JTMacros – program ułatwiający korzystanie z dodatkowych tekstów dowolnych w łącznościach JT, zarządzanie nimi i ich modyfikowanie.



Rys. 1.1. Okno główne i wskaźnik widma WSJT-X, poniżej program pomocniczy JT-Alert. W nowszych wersjach równoległe dekodowane są sygnały JT9 i JT65 i w polu aktywności są one odpowiednio zaznaczane symbolami @ (JT9) i # (JT65).

Drugim z eksperymentalnych wariantów powszechnie już znanej emisji jest WSPR-X (WSPR-15). Emisja ta jest przewidziana do pracy w amatorskich pasmach fal długich 2200 m, średnich 630 m i w paśmie 160 m. Czas transmisji komunikatu został tu wydłużony z 2 do 15 min. a początki cyklu wypadają zawsze na początku kwadransa czyli o 0, 15, 30 lub 45 minut po każdej godzinie. W stosunku do klasycznego wariantu WSPR (dla odróżnienia określanego też jako WSPR-2) uzyskuje się tutaj czułość o ok. 9 dB lepszą (-37 dB w przeliczeniu na pasmo SSB 2,5 kHz). Odstęp pomiędzy tonami wynosi tylko 0,183 Hz.



Rys. 1.2. Okno główne WSPR-X

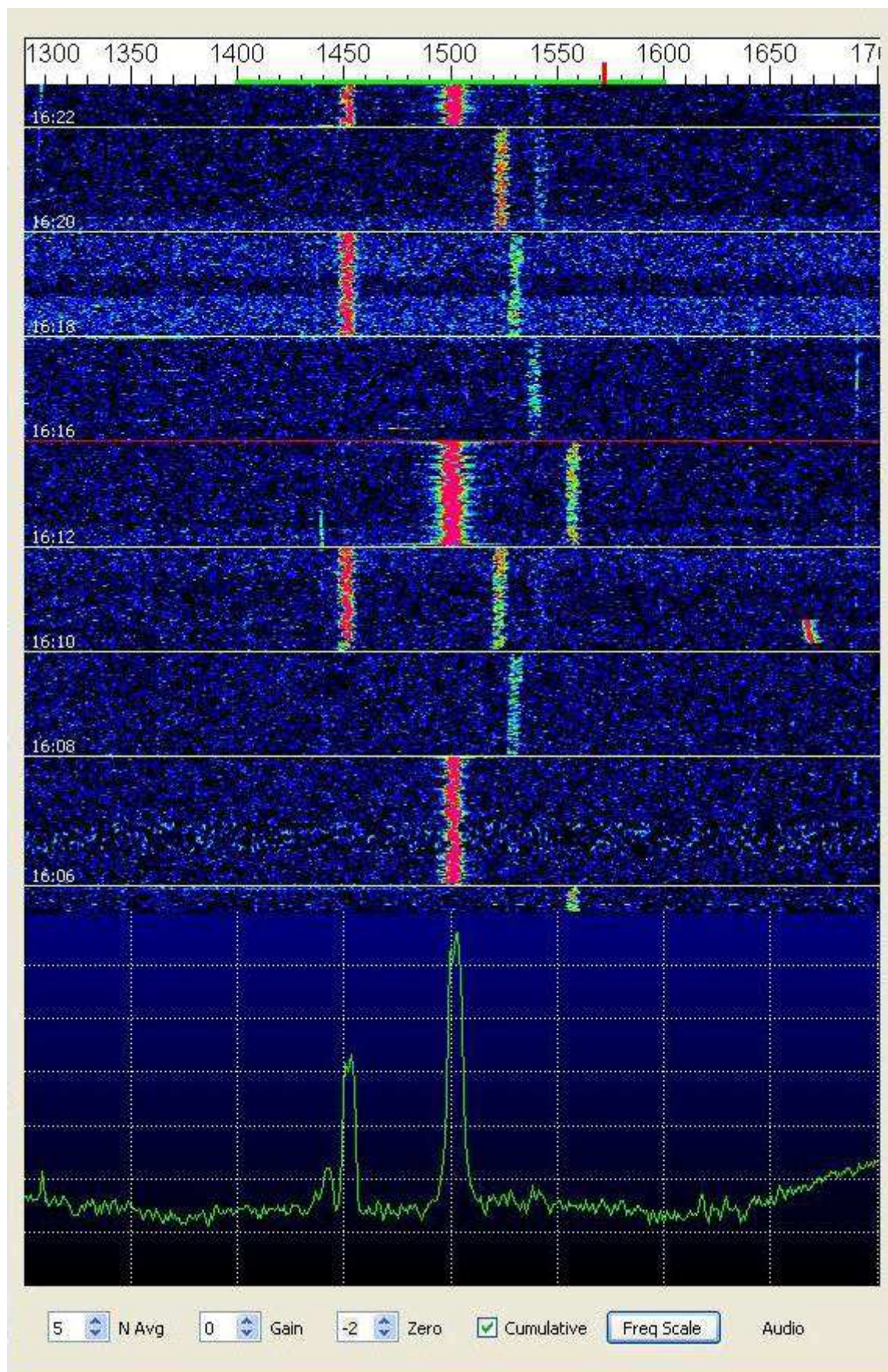
Program WSPR-X jest dostępny w internecie pod adresem:

http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPRX_08r3058.exe.

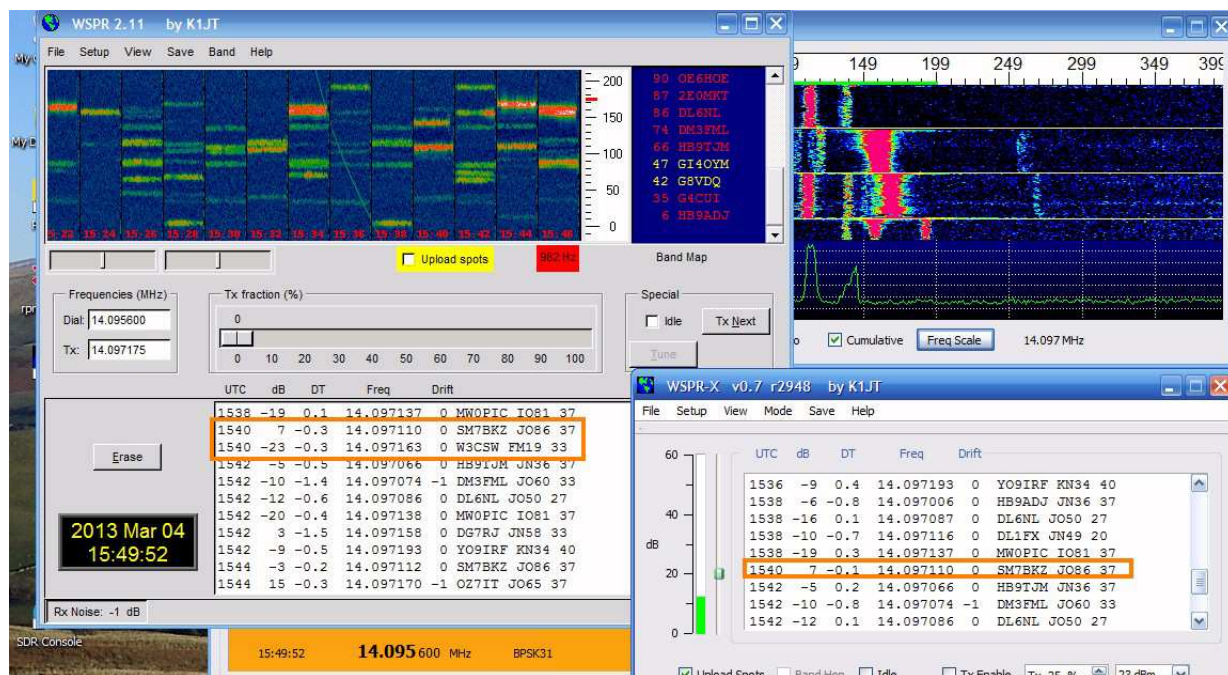
Częstotliwości pracy WSPR-15:

- ❖ 137,614 kHz,
- ❖ 474,2 kHz,
- ❖ W paśmie 160 m jest to wycinek o szerokości 25 Hz powyżej wytłumionej nośnej SSB a więc 1836,6 kHz + 1600 – 1625 Hz.
- ❖ Nie zalecane jest natomiast używanie WSPR-15 w wyższych pasmach krótkofalowych ze względu na to, że odstęp tonów wynosi 0,183 Hz, a więc jest mniejszy od zmian częstotliwości spowodowanych przez efekt Dopplera w tych pasmach w propagacji jonosferycznej.

Oprócz wersji dla systemu Windows dostępna jest też wersja dla Mac OS X.



Rys. 1.3. Wskaźnik widma WSPR-X



Rys. 1.4. Porównanie WSPR i WSPR-X

Z porównań pracy WSPR i WSPR-X dokonanych przez niektórych użytkowników w trakcie odbioru WSPR-2 wynika, że WSPR-X potrzebuje wprawdzie mniej czasu na zdekodowanie odebranych sygnałów i wyniki dla tych samych odebranych stacji pokrywają się ze sobą ale część z odbieranych stacji nie jest wogóle dekodowana a próby równoległego dekodowania nagrań dźwiękowych dają powtarzalne wyniki. Zdaniem K1JT było to związane z usunięciem eliminatora zakłóceń impulsowych z WSPR-X. Planowane jest dodanie go w nowszych wersjach programu.

Aktywności emisjami JT9 i WSPR-15 są na razie znacznie niższe aniżeli dla ich klasycznych odpowiedników JT65A i WSPR(-2). Zwłaszcza znikomym powodzeniem cieszą się wolniejsze odmiany JT9 – o czasach trwania cyklu 10 i 30 sekund.

Klasyczna wersja programu WSPR także wzbogaciła się o nowe elementy takie jak współpraca z odbiornikami i radiostacjami programowalnym (ang. SDR) i możliwość pracy wielopasmowej z automatyczną zmianą pasma w sposób losowy albo według ustalonego harmonogramu – synchronicznie z innymi stacjami na całym świecie.

Oprócz licencjonowanych krótkofalowców pracą emisją WSPR interesują się także miłośnicy radia CB.

*Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń
Luty 2014*

Instrukcja do programu WSJT-X w wersji 1.0
autorstwa Joe Taylora, K1JT

Wstęp

WSJT-X jest programem przeznaczonym do prowadzenia łączności krótkofalarskich przy użyciu bardzo słabych sygnałów. Nazwa jego znanego poprzednika została tu uzupełniona o literę X oznaczającą doświadczalną odmianę WSJT.

Wersja 1.0 oferuje nowy rodzaj emisji – JT9 – przeznaczony do pracy w amatorskich zakresach fal długich, średnich i krótkich. Wiele jej właściwości jest zbliżonych do właściwości emisji JT65 i JT4 znanych z programu WSJT. Wszystkie trzy są przewidziane do prowadzenia QSO o minimalnej treści przy użyciu bardzo słabych sygnałów a zarówno struktura komunikatów jak i sposób kodowania są bardzo zbliżone do siebie. Emisja JT65 została opracowana dla potrzeb łączności EME z zakresach UKF ale sprawdziła się również w światowach łącznościach na falach krótkich (JT65A), natomiast JT4 jest stosowana głównie w pasmach mikrofalowych. W odróżnieniu od nich JT9 została opracowana do użytku w zakresie fal krótkich i niższych pasmach. Charakteryzuje się ona czułością lepszą o 2 dB od JT65A zajmując jednocześnie mniej niż 10 % jej pasma. Umożliwia to prowadzenie łączności o zasięgu światowym z mocami rzędu 1 W i przy użyciu anten o małych wymiarach. W paśmie 1 kHz może pracować równoległe kilka tuzinów stacji JT9.

Cechą charakterystyczną wszystkich emisji WSJT jest praca w cyklach złożonych na przemian z faz nadawania i odbioru. W JT9 możliwy jest wybór jednej z pięciu długości cyklu: JT9-1, JT9-2, JT9-5, JT9-10 i JT9-30 gdzie ostatnia liczba oznacza długość fazy w minutach – odpowiednio więc 1, 2, 5, 10 i 30 min. Najkrótsze QSO w trybie 1-minutowym trwa 4 – 6 minut i zawiera po dwa lub trzy odcinki transmisji każdej ze stacji odpowiednio w minutach parzystych lub nieparzystych. W pozostałych wariantach JT9 łączności trwają proporcjonalnie dłużej, najbardziej zalecaną do użytku odmianą jest więc JT9-1. Mniejsze szybkości transmisji w trybach o dłuższych czasach trwania cyklu umożliwiają jednak ograniczenie szerokości pasma sygnałów i co za tym idzie również zwiększenie czułości. Najwolniejsza z nich odmiana JT9-30 charakteryzuje się szerokością pasma 0,4 Hz i czułością -40 dB w przeliczeniu na pasmo 2,5 kHz. Stawia ona jednak wysokie wymagania odnośnie stabilności oscylatorów w nadajniku i odbiorniku. Dlatego zalecane jest korzystanie w pierwszym rzędzie z JT9-1 i przechodzenie na inne odmiany jedynie wówczas gdy niezbędne będzie zwiększenie czułości. Z uwagi na malejące szerokości pasma a co za tym idzie odstęp między poszczególnymi tonami korzystanie z odmian wolniejszych w wyższych pasmach krótkofalowych może być trudne lub nawet niemożliwe ze względu zmiany częstotliwości odbieranych sygnałów w wyniku efektu Dopplera.

W planach na przyszłość przewidziane jest połączenie ze sobą możliwości WSJT i WSJT-X poprzez stopniowe dodawanie do WSJT-X emisji JT65, JT4, FSK441 i ISCAT (następczyni JT6M).

WSJT jest projektem otwartym i dlatego też autor K1JT apeluje do osób posiadających dostateczną wprawę i umiejętności programowania do włączenia się w realizację tego dzieła. Również mile widziane są zgłoszenia osób chętnych do współpracy w jakikolwiek inny sposób.

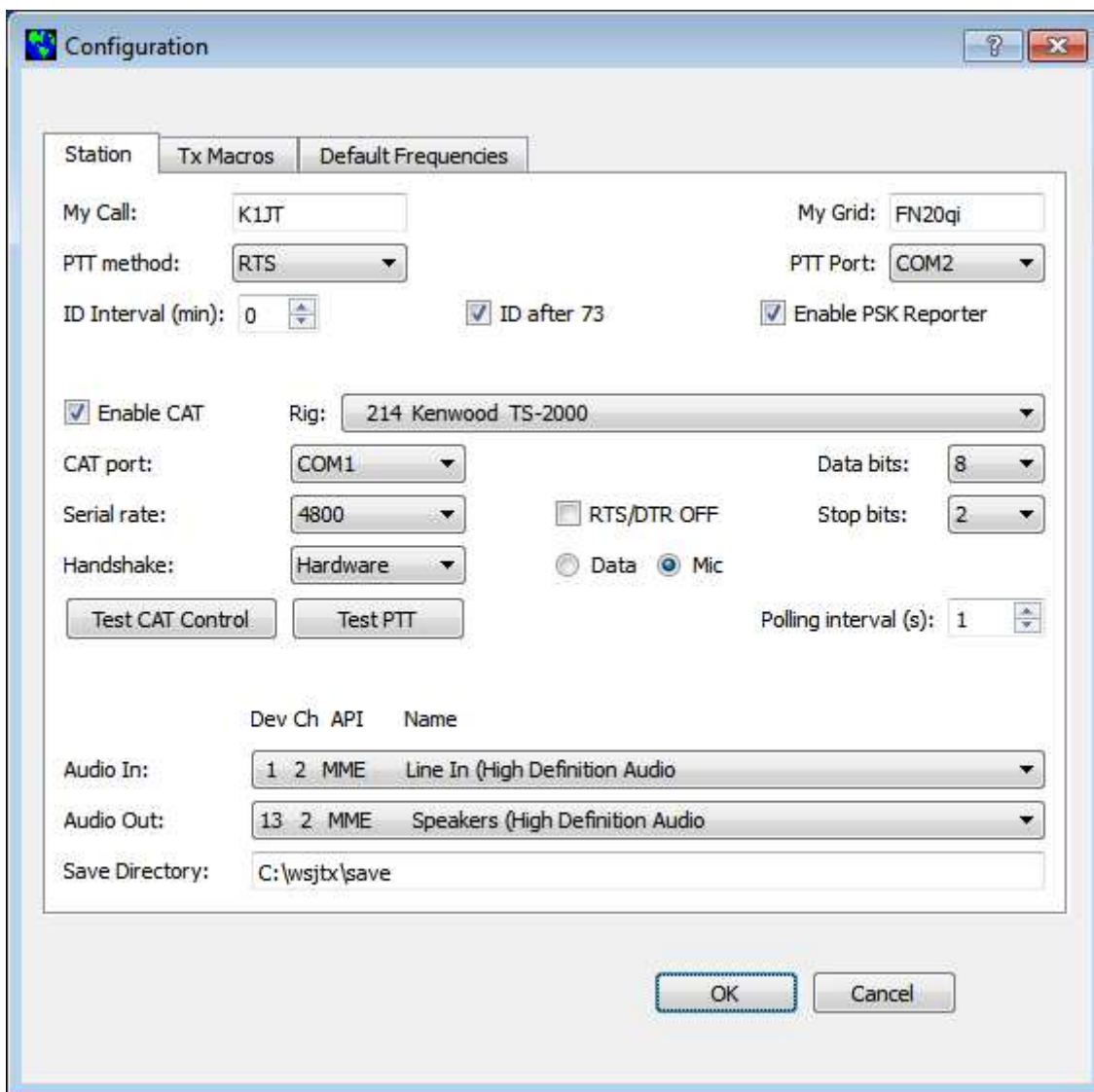
Kod źródłowy programu jest dostępny pod adresem <http://developer.berlios.de/projects/wsjt>.

Wymagane wyposażenie

- Radiostacja nadawczo-odbiorcza SSB na pasma KF lub niższe wraz z odpowiednimi antenami.
- Komputer wyposażony w system operacyjny Windows, Linuks, FreeBSD lub inne pochodne Unixa, pracujący z częstotliwością zegarową powyżej 1,5 GHz i posiadający co najmniej 512 MB pamięci roboczej (RAM).
- Monitor o rozdzielczości 1024 x 780 punktów lub większej.
- Komputer musi być wyposażony także w podsystem dźwiękowy i musi być połączony z gniazdam i głośnikowym i mikrofonowym komputera w sposób identyczny jak dla innych emisji cyfrowych (PSK31 itp.). Do kluczenia nadajnika stosowane jest jak zwykle złącze szeregowo COM. Jego wyboru dokonuje się w konfiguracji programu. Można także korzystać z automatycznego kluczenia nadajnika – VOX-u o ile radiostacja jest w niego wyposażona lub ze sterowania radiostacją za pośrednictwem złącza CAT. Program może korzystać również z zewnętrznego podsystemu dźwiękowego podłączonego do złącza USB – w tym także z wbudowanego do radiostacji.
- Wymagane jest dokładne nastawienie czasu systemowego komputera. Do tego celu wygodnie jest skorzystać z programów synchronizujących czas poprzez internet Autor zaleca korzystanie z *Meinberg NTP* zamiast ze standardowej funkcjonalności systemu Windows. Instrukcja instalacji programu znajduje się pod adresem <http://www.satsignal.eu/ntp/setup.html>. Opracowany przez F6CFE (autora MultiPSK) program Clock umożliwia także synchronizację czasu w oparciu o wzorcowe sygnały czasu nadawane radiowo np. na falach długich (stacja DCF77 lub inne).

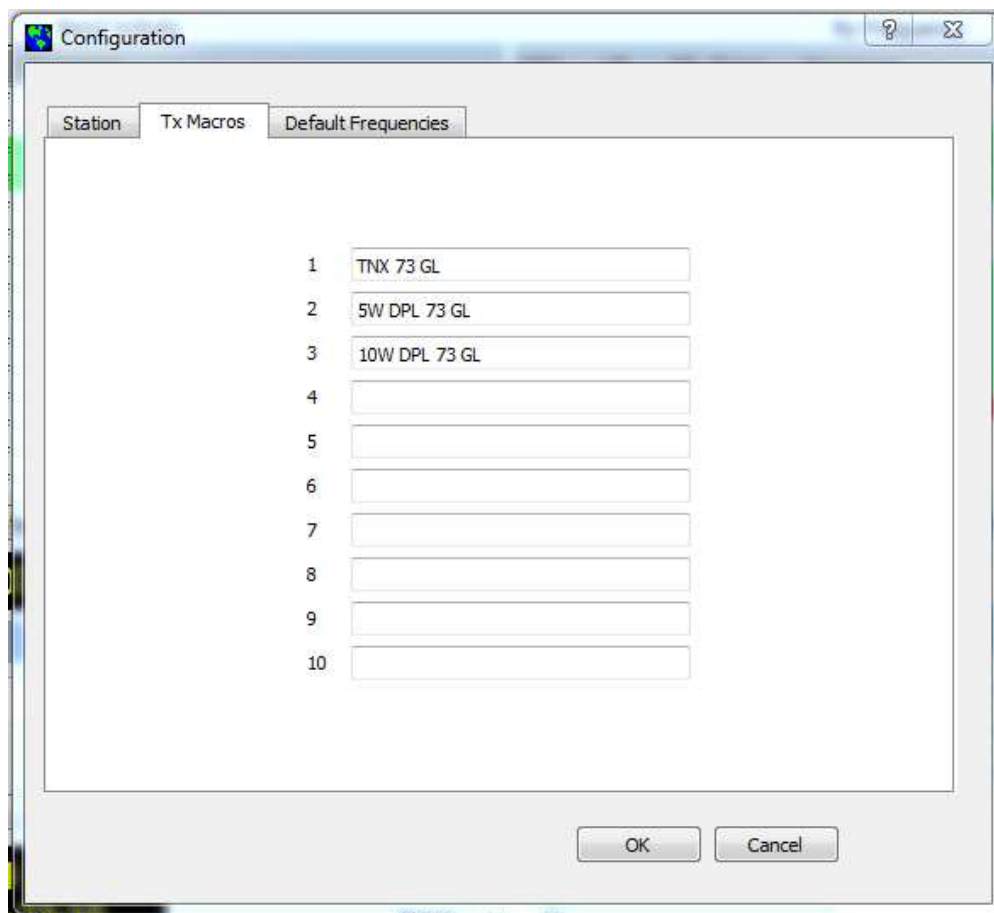
Instalacja i konfiguracja

- 1) Archiwum programu jest dostępne w witrynie WSJT pod adresem <http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT>. W oknie głównym należy skorzystać z odnośnika WSJT a następnie na stronie WJT – z odnośnika do pobierania WSJT-X. Zaleca się, zwłaszcza w pierwszej fazie rozwoju programu zapoznawania się z treścią dziennika zmian i modyfikacji dostępnego pod adresem http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjsx_changelog.txt.
- 2) W środowisku Windows należy wywołać pobrany plik i zastosować się do wyświetlanych na ekranie instrukcji. WSJT-X powinien być zainstalowany w oddzielnym katalogu o dowolnej nazwie. K1JT proponuje przykładowo katalog *C:\WSJTX* zamiast standardowego *C:\Program Files\WSJTX*. Wszystkie pliki należące do zainstalowanego programu są zawarte w tym katalogu lub w jego katalogach podrzędnych. Program nie dokonuje żadnych wpisów do rejestru Windows ani do katalogów systemowych dzięki czemu jego usunięcie wymaga jedynie skasowania katalogu instalacyjnego wraz z całą jego zawartością.
- 3) Po pierwszym uruchomieniu programu należy dokonać jego konfiguracji posługując się menu „**Setup | Configuration**” („Ustawienia | Konfiguracja”). Do podstawowych parametrów konfiguracyjnych należą (jak to pokazano na ilustracji poniżej) znak wywoławczy i lokator stacji a następnie parametry związane ze stosowanym sprzętem (zwłaszcza w przypadku jego sterowania przez WSJT-X). Wielu użytkowników korzysta z innych znanych już programów sterujących dlatego też WSJT-X oferuje jedynie podstawowe funkcje sterownicze. Zasadniczo dla WSJT-X najważniejsze są znajomość częstotliwości pracy i możliwość przełączania nadawanie-odbiór. W najprostszym przypadku wystarczy ustawienie okresu odpytywania częstotliwości (ang. *Polling interval*) na 0 co oznacza brak zapytań. Program może wprawdzie dostroić radiostację do ustawionej w nim częstotliwości ale nie dostaje informacji o ewentualnych późniejszych jej przestrojeniach. Dla większości przypadków zalecane jest ustawienie okresu kilku (np. 1 – 3) sekund. Często wymagane jest do tego celu przeprowadzenie kilku prób i ewentualne zapoznanie się z instrukcją sprzętu. Autor zaleca dodatkowo włączenie radiostacji, układów pośredniczących i jej połączenie z komputerem przed uruchomieniem programu a ich wyłączenie dopiero po jego zamknięciu ze względu na zmniejszenie ryzyka ewentualnego uszkodzenia.

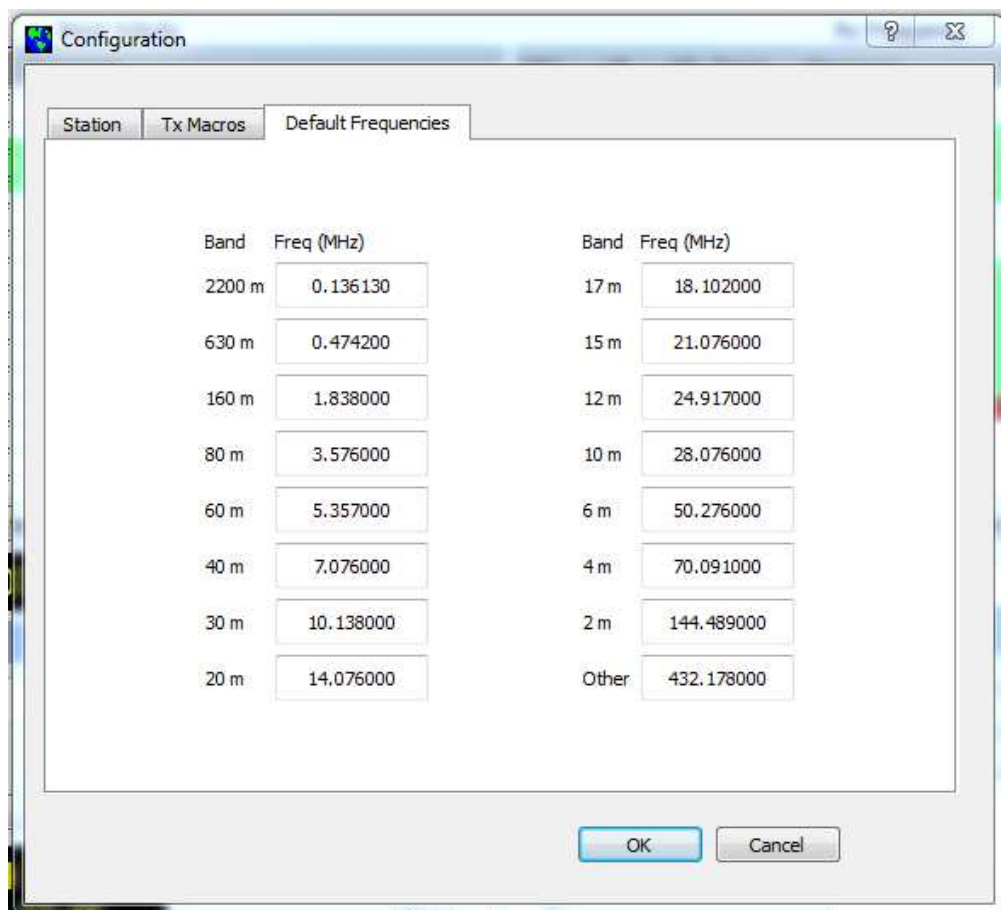


Rys. 2.1a. Okno konfiguracyjne WSJT-X, zakładka stacji

- 4) Do sprawdzenia prawidłowości połączenia z radiostacją i jej sterowania służą przyciski „**Test CAT Control**” („Sprawdź sterowanie CAT”) i „**Test PTT**” („Sprawdź kluczowanie nadajnika). Przycisk „**Cancel**” („Zignoruj zmiany”) służy jak zwykle do zamknięcia okna bez zapisania zmian, a „**OK**” do potwierdzenia zapisanych zmian i zamknięcia okna.
- 5) WSJT-X wymaga częstotliwości próbkowania 48 kHz. Ustawienia podsystemu dźwiękowego pod systemem Windows można sprawdzić i w razie potrzeby zmodyfikować w panelu sterowania Windows.

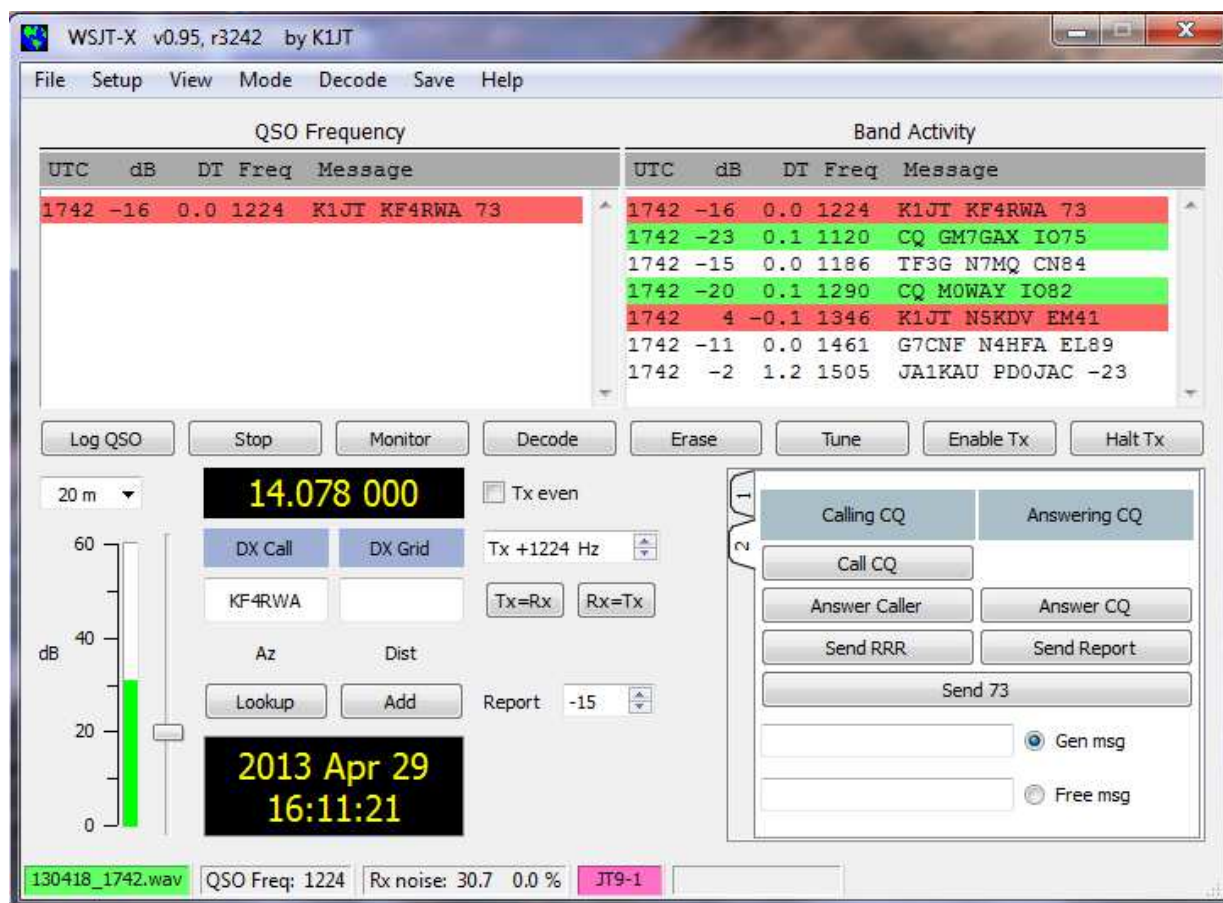


Rys. 2.1b. Okno konfiguracyjne WSJT-X, zakładka tekstów



Rys. 2.1c. Okno konfiguracyjne WSJT-X, zakładka domyślnych częstotliwości pracy.

Obsługa programu

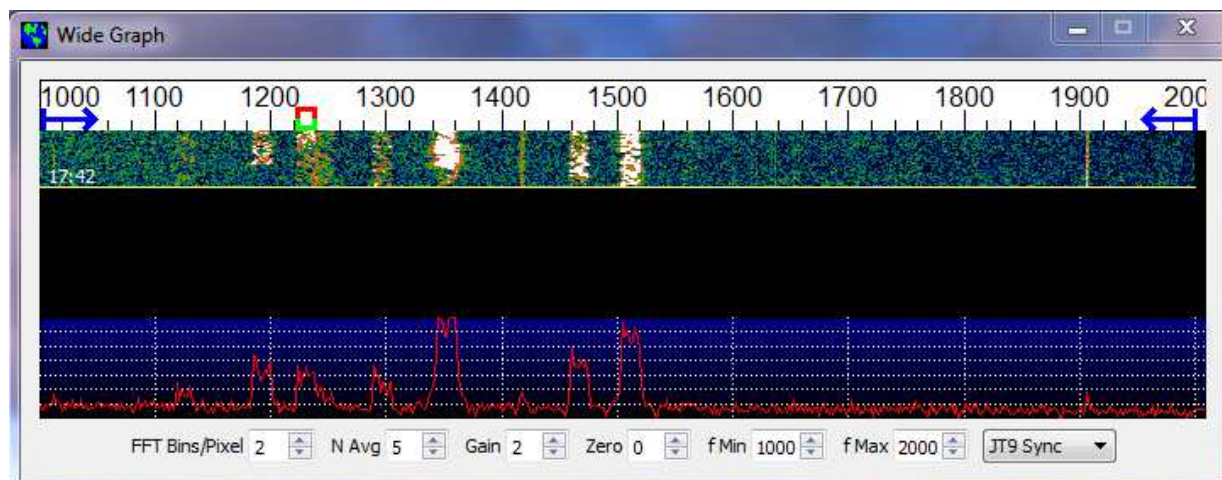


Rys. 2.2. Okno główne WSJT-X

Pierwsze kroki

- 1) Zmiany emisji dokonuje się w menu „**Mode**” („Emisja”) po zatrzymaniu odczytu odbieranych danych za pomocą przycisku „**Stop**”. Po wybraniu standardowego wariantu **JT9-1** należy w menu „**Decode**” („Dekodowanie”) wybrać pozycję „**Normal**”. W oknie wskaźnika wodospadowego (poniżej) należy wybrać ze spisu po prawej stronie jako sposób wyświetlania danych pozycję „**JT9 Sync**” („Synchronizacja JT9”) zamiast „**Current**” („Biejący”) lub „**Cumulative**” („Skumulowany”). W oknie głównym należy wybrać zakładkę „2” (poniżej przycisku kasowania „**Erase**”) zawierającą elementy do tworzenia alternatywnych komunikatów. Następnie poprzez menu „**File**” | „**Open**” („Plik” | „Otwórz”) należy przejść do katalogu ...\\Save\\Samples w głównym katalogu WSJT-X i otworzyć przykładowe nagranie dźwiękowe *130418_1742.wav*. Nazwa pliku jest wyświetlana w dolnej linii informacyjnej po lewej stronie. W tej samej linii na środku wyświetlana jest wybrana emisja a obok niej poziom odbieranych szumów.
W oknie wskaźnika wodospadowego powinny się pojawić sygnały podobnie jak na poniższej ilustracji (rys. 2.3) a w oknie głównym zdekodowane informacje (patrz rys. 2.2).
- 2) Warto zwrócić uwagę na czerwone, zielone i niebieskie wskaźniki na skali częstotliwości. Dekodowanie JT9 jest dokonywane na zakończenie cyklu i odbywa się w dwóch fazach. W pierwszej dekodowany jest sygnał na wybranej i zaznaczonej na zielono częstotliwości pracy. Jego wyniki są wyświetlane w obu polach tekstowych – „**Band Activity**” („Aktywność na paśmie”) i „**QSO Frequency**” („Na częstotliwości QSO”) – w oknie głównym u góry odpowiednio po prawej i lewej stronie.
Następnie dekodowane są wszystkie sygnały znalezione w zakresie pomiędzy niebieskimi

znacznikami na skali. Standardowy zakres dekodowania szerokopasmowego obejmuje pasmo 1000–2000 Hz, ale granice te mogą być zmieniane w położonych poniżej polach **fMin** i **fMax**. Czerwony znacznik wskazuje częstotliwość nadawania.



Rys. 2.3 Wskaźnik widma WSJT-X

- 3) Przykładowy plik dźwiękowy zawiera nagranie 8 sygnałów JT9, z tego tylko jeden nie daje się zdekodować. W czasie nagrywania KF4RWA kończył właśnie QSO z K1JT i ponieważ zielony znacznik znajdował się na częstotliwości jego pracy 1224 Hz jego komunikat „K1JT KF4RWA 73” jest wyświetlany w obu polach zdekodowanych tekstów (rys.2.2). Pole aktywności na paśmie („**Band Activity**”) zawiera oprócz tego meldunki zdekodowane na sąsiednich częstotliwościach: stacje GM7GAX i M0WAY nadają CQ, N7MQ wywołuje TF3G, N4HFA wywołuje G7CNF, PD0JAC nadaje raport do JA1KAU a N5KDV wywołuje K1JT na zakończenie jego poprzedniej łączności na innej częstotliwości. Linie wywołań CQ mają zielone tło a linie zwierrające własny znak operatora – czerwone. Dla uzyskania tego efektu należy tymczasowo wpisać znak K1JT do pola własnego znaku w konfiguracji ale przed rozpoczęciem prawdziwych łączności należy oczywiście powrócić do swojego.
- 4) Dla zapoznania się z elementami obsługi używanymi w trakcie pracy można spróbować naciskać myszą na linie ze zdekodowanym tekstem i na wskaźnik widma. Użytkownik może zaobserwować następujące efekty:
 - a. Podwójne naciśnięcie na jedną z zielonych linii CQ powoduje skopiowanie znaku stacji i jego kwadratu lokatora do pól „**DX Call**” („Znak stacji DX-owej”) i „**DX grid**” („Lokator stacji DX-owej”) i utworzenie komunikatów niezbędnych do przeprowadzenia minimalnego ważnego QSO. Pole „**TX even**” („Transmisja o parzystych minutach”) jest odpowiednio zaznaczane lub też zaznaczenie jest usuwane, tak aby nadawać w cyklu dopasowanym do pracy potencjalnego korespondenta. Znaczniki czerwony i zielony są przesuwane na jego częstotliwość i włączany jest sygnalizator „**Gen Msg**” („komunikat wygenerowany przez program”) znajdujący się po prawej stronie u dołu głównego okna programu. W przypadku gdy w konfiguracji („**Setup**”) został zaznaczony punkt „**Double click on call sets Tx Enable**” („Podwójne naciśnięcie znaku uruchamia **Tx Enable**”) program może automatycznie przejść na nadawanie we właściwym momencie.
 - b. Podwójne naciśnięcie na linię z tekstem „K1JT N5DKV EM41” na czerwonym tle przynosi podobne wyniki jak w punkcie a, z tą różnicą, że częstotliwość nadawania nie ulega zmianie. Komunikaty te są często odpowiedzią na własne wywołanie CQ albo pochodzą od stacji pragnących wejść w kontakt natychmiast na zakończenie poprzedniej łączności (na styku z nią). Pozostawienie częstotliwości nadawania bez zmian może być pożądane w takiej sytuacji. Naciskanie linii przy równoległym wciśniętym klawiszu CTRL powoduje zmianę częstotliwości nadawania i odbioru.

- c. Podwójne naciśnięcie komunikatu KF4RWA – zawierającego „73” – w drugim polu powoduje automatyczne utworzenie komunikatu „CQ K1JT FN20” i wybranie go do transmisji ponieważ program zakłada, że operator chce nadać następne wywołanie.
 - d. Naciśnięcie na wskaźnik wodospadowy powoduje zmianę częstotliwości na wybraną, co sygnalizuje zmianą położenia zielonego wskaźnika. Naciśnięcie przy wciśniętym klawiszu CTRL (w kombinacji z nim) powoduje identyczną zmianę zarówno częstotliwości nadawania jak i odbioru.
 - e. Podwójne naciśnięcie częstotliwości na wskaźniku wodospadowym powoduje nie tylko zmianę częstotliwości odbioru ale także wąskopasmowe dekodowanie sygnału tam się znajdującego. Zdekodowany tekst jest wyświetlany tylko w lewym polu.
 - f. Podwójne naciśnięcie w kombinacji z klawiszem CTRL powoduje odpowiednie przesunięcie częstotliwości nadawania i odbioru i zdekodowanie znajdującego się tam sygnału. Również i w tym przypadku zdekodowany tekst jest wyświetlany tylko w lewym polu.
 - g. Naciśnięcie przycisku „**Erase**” („Kasuj”) powoduje skasowanie zawartości lewego pola. Jego podwójne naciśnięcie – skasowanie zawartości obu pól.
- 5) Po zakończeniu ćwiczeń należy pamiętać o wprowadzeniu do pola „**My Call**” własnego znaku wywoławczego w miejsce K1JT. Naciśnięcie przycisku „**Monitor**” powoduje powrót do trybu odbioru. W radiostacji należy nastawić górną wstęgę boczną (w jej menu: „USB” lub „Data USB”). Za pomocą gałek wzmocnienia odbiornika i regulatora siły sygnału w mikserze Windows należy ustawić tło szumów na około 30 dB na przypominającej termometr skali po lewej stronie głównego okna WSJT-X. W razie potrzeby można użyć też suwaka po jej prawej stronie ale najszerszy zakres dynamiki uzyskuje się gdy suwak znajduje się w pobliżu środkowego położenia. W takiej sytuacji skala decybeli jest wykalibrowana w odniesieniu do najmłodszego bitu 16-bitowej próbki sygnału m.cz.
- 6) Po zakończeniu tych wszystkich czynności można zacząć prowadzić łączności.

Prowadzenie łączności

Przyjęło się już od dawna, że minimalne ważne QSO musi zawierać znaki obu korespondentów, wymianę raportów lub innych ważnych informacji i potwierdzenia. WSJT-X ułatwia prowadzenie takich minimalnych łączności dzięki korzystaniu z krótkich odpowiednio sformatowanych komunikatów. Najlepsze wyniki uzyskuje się korzystając z nich i z przyjętych standardowych procedur.

<u>Stacja 1</u>	<u>stacja 2</u>
1. CQ OE1KDA JN88	
2. SP8DXZ OE1KDA -19	OE1KDA SP8DXZ KO00
3. SP8DXZ OE1KDA RRR	OE1KDA SP8DXZ R-22
4. SP8DXZ OE1KDA RRR	OE1KDA SP8DXZ 73
5. SP8DXZ OE1KDA RRR	
6. SP8DXZ OE1KDA RRR	

Kolejne teksty mogą być nadawane jedynie wówczas gdy poprzednie zostały bezbłędnie odebrane. Standardowe komunikaty zawierają dwa znaki wywoławcze stacji (lub CQ, QRZ albo DE i pojedynczy znak), po nich lokator stacji nadawającej, raport lub potwierdzenie RRR albo końcowe 73.

Komunikaty takie są komprimowane i kodowane w sposób zapewniający ich skuteczną i niezawodną wymianę. Raporty odbioru zawierają stosunek sygnału do szumu w odniesieniu do standardowego pasma 2,5 kHz.

Przykładowo w komunikacie nr 3 OE1KDA informuje SP8DXZ, że odbiera jego sygnał na poziomie -19 dB w stosunku do szumu w przeliczeniu na pasmo 2,5 kHz, a w komunikacie nr 4 SP8DXZ potwierdza odbiór raportu i informuje, że odbiera OE1KDA na poziomie -22 dB. Większość operatorów może usłyszeć sygnał o poziomie około -15 dB na używanej skali. Na wskaźniku wodospadowym widoczne są sygnały o poziomach przekraczających -26dB i również dekodery JT9 zaczynają zawodzić w pobliżu tej granicy.

Komunikaty dowolne mogą zawierać treści takie jak „TNX JOE 73 GL” lub „5W VERT 73 GL” a ich długość jest ograniczona do 13 znaków alfanumerycznych (identycznie jak w JT65). Występują one często zamiast komunikatu nr 6 i nadają łączności bardziej przyjacielski charakter. Należy jednak pamiętać, że JT9 nie jest emisją nadającą się do prowadzenia dłuższych pogawędek.

Przed rozpoczęciem pracy w eterze emisją JT9 konieczne jest zapoznanie się z niniejszą instrukcją i upewnienie się że:

- w konfiguracji podany jest właściwy znak wywoławczy i prawidłowy lokator stacji,
- kluczkowanie nadajnika (PTT) i sterowanie CAT są należycie skonfigurowane i pracują prawidłowo (o ile operator z nich korzysta),
- czas systemowy jest ustawiony z dokładnością do +/-1 sekundy
- w radiostacji została wybrana górna wstęga boczna (USB).
- moc nadajnika została dostatecznie zredukowana. Praca emisją JT9 nie wymaga dużych mocy nadawania. Regułą są moce QRP.

Elementy obsługi na ekranie



Rys. 2.4. Klawisze w oknie głównym

Poniżej pól tekstowych w oknie głównym znajduje się pasek przycisków.

- ❖ Przycisk „Log QSO” powoduje otwarcie okna dialogowego zawierającego podstawowe informacje o właśnie zakończonym QSO. Użytkownik może w nim skorygować wprowadzone przez program dane lub je uzupełnić. Wprowadzone dane są jak zwykle potwierdzane za pomocą przycisku „OK”.

Po zaznaczeniu w konfiguracji punktu „Prompt me to log QSO” („Przypomnij o zapisaniu QSO”) okno dialogowe jest otwierane automatycznie po nadaniu „73” lub komunikatu o dowolnej treści.

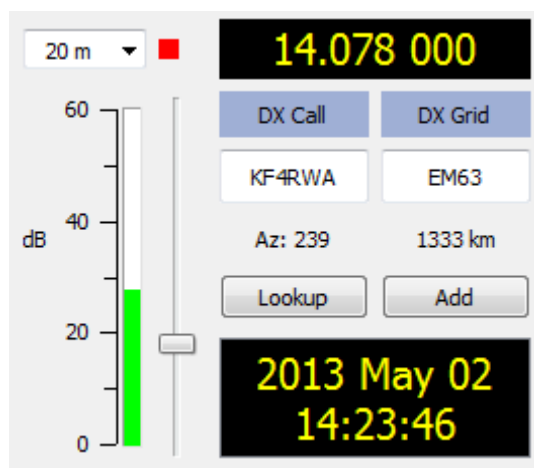


Rys. 2.5. Okno dziennika stacji

- ❖ Przycisk „Stop” wstrzymuje odbiór i dekodowanie bieżących danych co pozwala na analizę wcześniejszych nagrań.

- ❖ Przycisk „**Monitor**” służy do powrotu do standardowego trybu odbioru i dekodowania. W trakcie odbioru przycisk przyjmuje kolor zielony.
- ❖ „**Decode**” powoduje powtórzenie dekodowania sygnału odebranego na częstotliwości zaznaczonej zielonym znacznikiem na skali (częstotliwości QSO). Dekodowane są dane pochodzące z ostatniego cyklu odbioru. Naciśnięcie przycisku w kombinacji z klawiszem dużych liter (ang. „*Shift*”) powoduje dekodowanie danych w całym zakresie ograniczonym częstotliwościami **fMin** i **fMax**.
- ❖ „**Erase**” powoduje po naciśnięciu kasowanie pola tekstów QSO a po podwójnym naciśnięciu – obu pól tekstowych.
- ❖ „**Tune**” („Strojenie”) powoduje nadawanie niemodulowanej nośnej na częstotliwości zaznaczonej czerwonym znacznikiem na skali co ułatwia przykładowo strojenie obwodów dopasowujących antenę („skrzynki antenowej”). Jego powtórne naciśnięcie kończy nadawanie.
- ❖ „**Enable Tx**” powoduje włączenie automatycznego cyklu nadawania i odbioru. Po włączeniu funkcji przycisk przyjmuje kolor czerwony. Transmisja komunikatu rozpoczyna się we właściwym momencie – z początkiem parzystej lub nieparzystej minuty w zależności od wyboru w oknie głównym.
- ❖ „**Halt Tx**” powoduje przerwanie bieżącej transmisji i wyłączenie automatycznego cyklu transmisji.

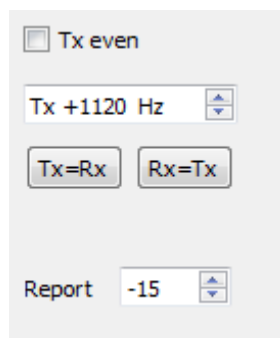
W lewej dolnej części okna głównego znajdują się pola i elementy związane z bieżącą datą i godziną, częstotliwością pracy, poziomem sygnału m.cz. i danymi korespondenta (znak, lokator, odległość i azy-mut).



Rys. 2.6. Elementy u dołu po lewej stronie

Znajdująca się ponad wskaźnikiem poziomu rozwijana lista ułatwia wybór pasma pracy. Częstotliwość pracy jest nastawiana automatycznie na podaną w konfiguracji w zakładce „**Setup**” | „**Configuration**” | „**Default Frequencies**” („Ustawienia,” | „Konfiguracja” | „Częstotliwości domyślne”). W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania przez złącze CAT obok niego wyświetlany jest czerwony sygnalizator dla łączności dwustronnej między programem i radiostacją lub pomarańczowy dla łączności jedynie w kierunku od komputera do radiostacji. Jeżeli znany jest lokator korespondenta program wyświetla odległość i kierunek do niego. Program może także prowadzić własną bazę danych znaków i lokatorów korespondentów dla ułatwienia w przyszłej pracy. Przycisk „**Add**” („Dodaj”) powoduje dopisanie bieżących danych do bazy a przycisk „**Lookup**” („Szukaj”) – wywołanie z niej lokatora dla podanego znaku stacji.

W środkowej dolnej części okna znajdują się dalsze pola pomocne w prowadzeniu łączności.



Rys. 2.7. Elementy u dołu po środku okna

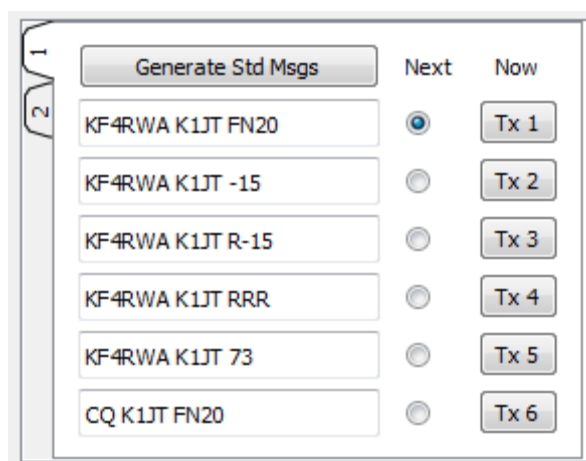
Pole „**Tx even**” po zaznaczeniu powoduje transmisję o parzystych minutach (lub dla wolniejszych wariantów JT9 parzystych cykli rozpoczynając od minuty 0). Po usunięciu zaznaczenia transmisja odbywa się w minutach nieparzystych.

Wybór właściwego cyklu jest dokonywany automatycznie po dwukrotnym naciśnięciu zdekodowanej linii tekstu w polach powyżej. Częstotliwość podnośnej m.cz. jest wyświetlana w polu poniżej „**Tx +xxxx**” i może być zmieniana w nim za pomocą strzałek w górę i w dół. Również i ona jest ustawiana automatycznie po podwójnym naciśnięciu linii tekstu. Rzeczywista częstotliwość nadawania jest sumą częstotliwości wskazywanej na skali radiostacji (częstotliwości wytłumionej nośnej) i podanej tutaj częstotliwości m.cz.

Przycisk „**Tx=Rx**” powoduje dostrojenie częstotliwości nadawania do częstotliwości odbioru a „**Rx=Tx**” – częstotliwości odbioru do częstotliwości nadawania.

W polu „**Report**” ustawia się raport dla korespondenta posługując się strzałkami po jego prawej stronie. Zakres dopuszczalnych raportów rozciąga się od -50 dB do +49 dB. Większość podawanych w JT9-1 raportów leży w zakresie -26 – +10 dB. Raporty powyżej 0 wskazują na możliwość prowadzenia łączności CW lub SSB a dla JT9 – konieczność zmniejszenia mocy nadawania. Jest to przecież emisja dla bardzo słabych sygnałów.

Po prawej stronie u dołu znajdują się dwie zakładki z elementami pomocnymi w tworzeniu komunikatów.



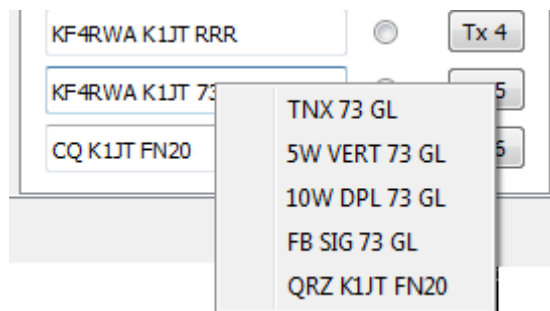
Rys. 2.8. Zakładki komunikatów

Zakładka pierwsza zawiera pola tekstowe, sygnalizatory wybranego komunikatu i przyciski nadawania dla 6 podstawowych rodzajów komunikatów w stylu znanym z dotychczasowych programów. Komunikaty tworzone są po naciśnięciu przycisku „**Generate Std Msgs**” („Utwórz standardowe komunikaty”) u góry zakładki lub po podwójnym naciśnięciu wybranej linii zdekodowanego tekstu. Obok pól znajdują się przyciski w stylu „radiowym” służące do wybrania komunikatu przeznaczonego do nadania w najbliższym cyklu transmisji (w kolumnie „**Next**” – „Następny”).

Przyciski „Tx...” w kolumnie „Now” („Teraz”) pozwalają na natychmiastowe nadanie wybranego komunikatu – można w ten sposób wymusić nadawanie danego komunikatu nawet tuż po rozpoczęciu się cyklu np. gdy omyłkowo nadawany jest komunikat niewłaściwy dla danej fazy łączności. Prawdopodobieństwo właściwego zdekodowania komunikatu przez korespondenta jest jednak niższe aniżeli w przypadku transmisji treści w pełnym cyklu ale zmiana w trakcie pierwszych 10 sekund cyklu przeważnie nie zmniejsza go znacząco.

Naciśnięcie prawym klawiszem myszy na pole nr 5 (przewidziane dla dowolnych tekstów) powoduje wyświetlenie przygotowanych wcześniej i zapisanych w konfiguracji „Setup” | „Configuration” | „Tx Macros” („Ustawienia” | „Konfiguracja” | „Teksty do nadania”) komunikatów tego rodzaju.

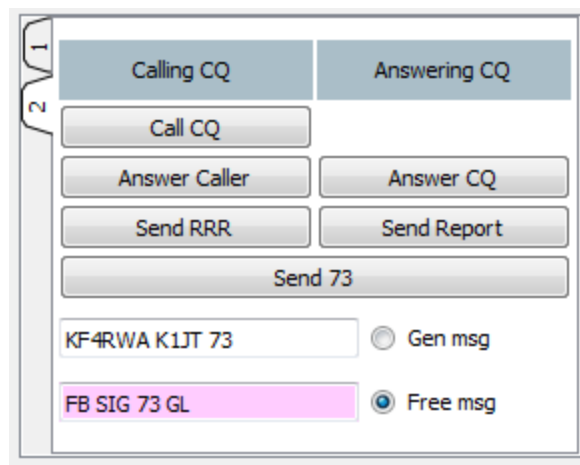
Przykład komunikatów przedstawia ilustracja 2.9.



Rys. 2.9. Komunikaty dowolne

W celu wybrania komunikatu należy nacisnąć go lewym klawiszem myszy.

Drugą z zakładek przedstawia rys. 2.10.



Rys.2.10. Druga zakładka komunikatów

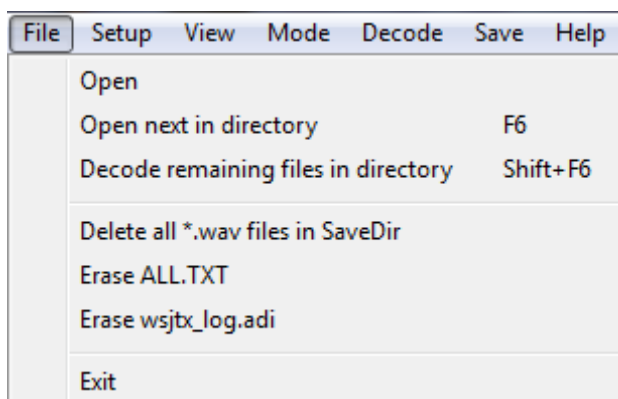
Elementy w zakładce są ułożone w dwóch kolumnach, tak że operator wywołujący CQ naciska po kolei od góry do dołu przyciski z kolumny lewej a operator odpowiadający na wywołanie – przyciski z kolumny prawej.

Naciśnięcie przycisku powoduje wpisanie treści komunikatu do pola „Gen msg” („Komunikaty utworzone automatycznie”). Do pola „Free msg” („Komunikat dowolny”) można wpisać dowolny tekst o długości nie przekraczającej 13 znaków alfanumerycznych (liter i cyfr). Naciśnięcie prawym klawiszem myszy na to pole wywołuje spis przygotowanych tekstów jak na poprzedniej zakładce.

Menu

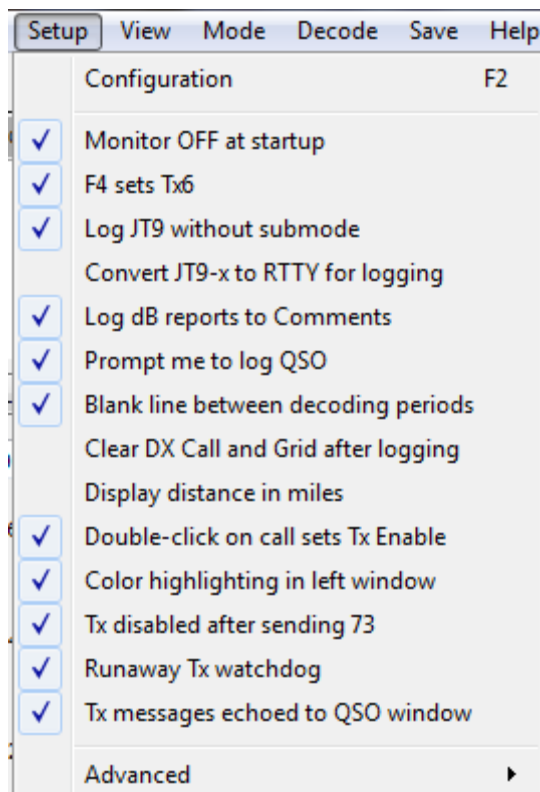
Menu programu zawierają wywołania funkcji potrzebnych w konfiguracji i pracy programu. Dobrze jest zapoznać się z nimi z góry i sprawdzić praktycznie ich skutki. W większości przypadków nazwy i opisy są dostatecznie zrozumiałe i nie wymagają szczegółowych objaśnień. Znaczenie wielu punktów jest zbliżone lub identyczne z ich odpowiednikami w WSJT (można się z nimi zapoznać w tomie 2 „Techniki słabych sygnałów”).

Menu „File” („Plik”)



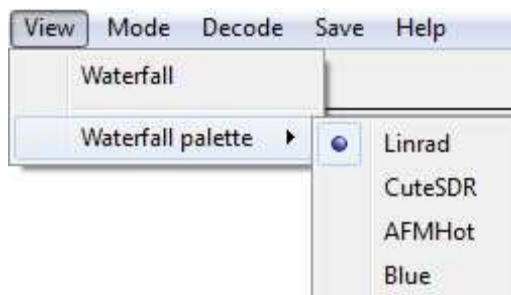
Rys. 2.11. Zarządzanie plikami nagrań i dziennikiem pracy

Menu „Setup” („Ustawienia”)



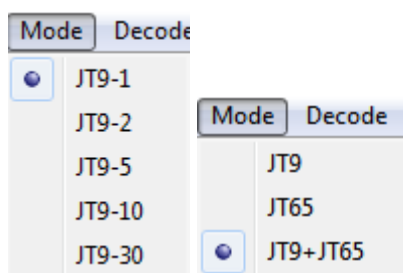
Zaznaczone punkty w konfiguracji Rys. 2.12

Menu „View” („Wyświetlanie”)



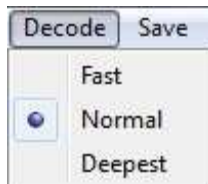
Rys. 2.13. Wybór zestawu kolorów dla okna wodospadu

Menu „Mode” („Emisje”)



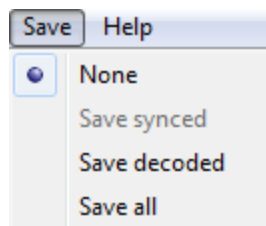
Rys. 2.14. Wybór emisji zależy jest od wersji programu

Menu „Decode” („Dekodowanie”)



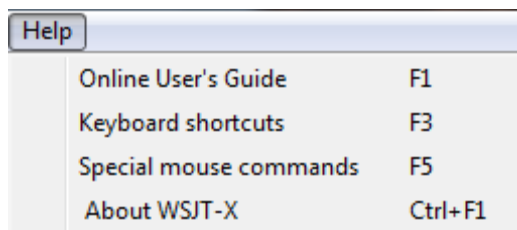
Rys. 2.15. Ograniczenie czasu dekodowania

Menu „Save” („Zapis”)



Rys. 2.16

Menu „Help” („Pomoc”)



Rys. 2.17

Znaczenie klawiszy i ich kombinacji

F1	– Wyświetlenie instrukcji w przeglądarce internetowej.
Ctrl+F1	– Wyświetlenie informacji o programie i jego wersji.
F2	– Otwarcie okna konfiguracji („ Setup ” „ Configuration ”).
F3	– Wyświetlenie niniejszego spisu znaczeń klawiszy i ich kombinacji.
F4	– Skasowanie zawartości pól znaku i lokatora korespondenta („ Dx Call ” i „ DX Grid ”).
Alt+F4	– Zakończenie pracy programu.
F5	– Wyświetlenie spisu specjalnych funkcji myszy.
F6	– Otwarcie następnego pliku w katalogu (np. pliku dźwiękowego do odtworzenia i zdekodowania).
„Duże”+F6	– Zdekodowanie wszystkich pozostałych plików w katalogu.
F11	– Przeliczenie częstotliwości odbioru (Rx) w dół o 1 Hz.
Ctrl+F11	– Przeliczenie częstotliwości nadawania i odbioru (Tx i Rx) w dół o 1 Hz.
F12	– Przeliczenie częstotliwości odbioru w górę o 1 Hz.
Ctrl+F12	– Przeliczenie częstotliwości nadawania i odbioru w górę o 1 Hz.
Alt+D	– Ponowne zdekodowanie sygnału na częstotliwości QSO.
„Duże”+D	– Zdekodowanie wszystkich sygnałów i wpisanie wyników do obu pól tekstowych.
Alt+E	– Skasowanie tekstów („ Erase ”).
Ctrl+F	– Modyfikacja zawartości pola tekstu dowolnego.
Alt+G	– Utworzenie standardowych komunikatów.
Alt+H	– Przerwanie nadawania („ Halt Tx ”).
Ctrl+L	– Poszukiwanie znaku w bazie danych i utworzenie standardowych komunikatów.
Alt+M	– Włączenie odbioru i dekodowania („ Monitor ”).
Alt+N	– Włączenie automatycznego nadawania („ Enable Tx ”).
Alt+Q	– Zapis QSO w dzienniku („ Log QSO ”).
Alt+S	– Wstrzymanie odbioru i dekodowania („ Stop ”).
Alt+T	– Strojenie („ Tune ”).
Alt+V	– Zapis ostatnio nagrywanego pliku *.wav.

Funkcje myszy

Obszar lub element	Funkcja
Wskaźnik wodospadowy	Zmiana częstotliwości odbioru, Podwójne naciśnięcie – zmiana częstotliwości odbioru i zdekodowanie sygnału na niej, Ctrl+naciśnięcie – zmiana częstotliwości nadawania i odbioru, Ctrl+podwójne naciśnięcie – zmiana częstotliwości nadawania i odbioru i zdekodowanie sygnału znajdującego się tam.
Zdekodowany tekst	Podwójne naciśnięcie powoduje wpisanie drugiego znaku do pola „ Dx Call ” i lokatora stacji do pola „ Dx Grid ”; zmianę częstotliwości nadawania i odbioru na częstotliwość zdekodowanego sygnału; utworzenie standardowych komunikatów ze znakiem tej stacji. Jeżeli pierwszy ze znaków wywoławczych jest znakiem własnym operatora zmiana częstotliwość nadawania jest zmieniana tylko w kombinacji naciskania myszą z klawiszem Ctrl.
Przycisk kasowania („ Erase ”)	Naciśnięcie powoduje skasowanie zawartości pola tekstów QSO, Podwójne naciśnięcie powoduje skasowanie obu pól zawierających zdekodowane teksty.
Pole komunikatu nr 5 („Tx 5”)	Naciśnięcie prawym klawiszem myszy powoduje wyświetlenie przygotowanych uprzednio tekstów.

Szczegóły techniczne

Od rozpoczęcia prac nad WSJT w roku 2001 jednym z najważniejszych celów była edukacja – umożliwienie krótkofalowcom lepszego zrozumienia teorii praktyki radiokomunikacji w 21 wieku. Autor potrzebował (i zdobył) dużo wiedzy i doświadczenia w tej dziedzinie w trakcie pracy nad projektem i według jego zdania nie tylko on ale i wszyscy inni współpracujący nad nim i ma też nadzieję, że podobnie skorzystali użytkownicy programu.

Rozdział niniejszy jest poświęcony niektórym szczegółom technicznym związanym z pracą programu WSJT-X i protokołem JT9.

Transmisja

Tuż przed rozpoczęciem nadawania WSJT-X koduje komunikat i oblicza sekwencję tonów do nadania. Jak to przedstawiono w dodatku B komunikat JT9 składa się z sekwencji 85 tonów czyli symboli nadawczych. Każdy z nich odpowiada jednej z 9 ustalonych częstotliwości. Odstęp pomiędzy nimi jest odwrotnością czasu ich trwania a więc dla wariantu JT9-1, najszybszego z nich, odstęp wynosi tylko 1,736 Hz. Różnica ta jest praktycznie niezauważalna dla ucha ludzkiego a więc sygnał brzmi prawie jak niemodulowana nośna.

Szesnaście spośród transmitowanych symboli a mianowicie symbole o numerach 1, 2, 5, 10, 16, 23, 33, 35, 51, 52, 55, 60, 66, 73, 83 i 85 jest nadawanych zawsze z najniższą częstotliwością (tonem „0”). Ich zadaniem jest zapewnienie synchronizacji czasowej i częstotliwościowej odbiornika z nadajnikiem dzięki wybranej częstotliwości i ich pseudolosowemu rozmieszczeniu w czasie. Pozostałych 69 symboli jest nadawanych z częstotliwościami 1 – 8 i mogą one przenieść $69 \times 3 = 207$ bitów informacji. WSJT-X oblicza próbki nadawanego sygnału m.cz. na bieżąco z częstotliwością 48 kHz korzystając z 16-bitowych próbek i zapewniając ciągłość fazy między symbolami. Na wyjściu z wewnętrznego podsystemu dźwiękowego lub podsystemu połączonego przez złącze USB próbki te są przetwarzane na sygnał analogowy.

Odbiór

Tor odbiorczy WSJT-X otrzymuje 16-bitowe próbki sygnału z podsystemu dźwiękowego z częstotliwością 12 kHz. Rzeczywisty sygnał odbierany jest przetwarzany na sygnał zespolony (analityczny) o częstotliwości próbkowania 1500 Hz. Widma o szerokości okien zachodzących na siebie są obliczane i zapisywane w odstępach czasu równych połowie długości symbolu. Są one podstawą do wyświetlania czerwonej linii (synchronizacji JT9) poniżej wskaźnika wodospadowego w oknie widma sygnału. Kształt wyświetlonych za jej pomocą sygnałów JT9 jest zbliżony do prostokąta o szerokości 16 Hz. Lekki występ po ich lewej stronie odpowiada częstotliwości synchronizacji. Umownie jako częstotliwość sygnału JT9 przyjmuje się właśnie częstotliwość synchronizacji.

Dekodowanie

Na zakończenie cyklu odbioru czyli po upływie około 50 sekund od początku minuty (dla JT9-1) zebrane próbki zespolone są przekazywane do dekodera. Dla wygody operatora dekodowanie jest podzielone na dwie fazy. W pierwszej z nich dekodowane są sygnały znajdujące się w wąskim paśmie wokół ustalonej częstotliwości QSO a w drugiej w pełnym zakresie ograniczonym częstotliwościami **fmin** i **fmax**. Każda z faz składa się z szeregu kolejnych kroków.

Dla osób zainteresowanych dokładniejszym zapoznaniem się z kodem źródłowym programu, być może z myślą o przyszłych usprawnieniach, kolejne kroki opisane są w postaci tabelarycznej i noszą nazwy wykonujących je procedur.

sync9: W oparciu o symbole synchronizacji poszukuje możliwych sygnałów JT9 w podanym paśmie częstotliwości.

Na częstotliwości każdego z potencjalnych sygnałów JT9 wykonywane są:

downsam9: miksowanie, filtrowanie i redukcja próbek do 16 zespolonych próbek na symbol.

peakdt9:	Synchronizacja czasowa początku sekwencji JT9 w oparciu o symbole synchronizacji.
afc9:	Pomiar odchyłki częstotliwości i jej ewentualnego dryfu.
twkfreq:	Kompensacja odchyłki częstotliwości i jej dryfu.
symspec2:	Obliczenie widm o ośmiu przedziałach dla każdego z 69 symboli informacyjnych w oparciu o dane zasynchronizowane czasowo i częstotliwościowo; przetworzenie danych na 206 pojedynczych płynnych (jeszcze nie całkiem ustalonych) bitów.
interleave9:	Usunięcie bitowego przeplotu symboli wprowadzonych po stronie nadawczej.
decode9:	Zdekodowanie 72-bitowego komunikatu użytkowego za pomocą sekwencyjnego algorytmu „Fano” dla kodów splotowych.
unpackmsg:	Rozpakowanie 72-bitowego skompresowanego komunikatu do postaci czytelnej dla człowieka.

Trzeba pamiętać, że w sytuacjach granicznych czas dekodowania przez algorytm sekwencyjny rośnie wykładniczo. W sytuacji gdy w pierwszym kroku zostanie znalezionych wiele sygnałów na poziomie granicy dekodowania pętla dekodująca może trwać bardzo długo. Z tego powodu procedura *decode9* posiada ograniczenie czasu pracy. Po jego upływie wyświetlany jest meldunek informujący o niemożności zdekodowania danych. W menu dekodowania („**Decode**” | „**Fast / Normal / Deepest**”) wybierane jest jedno z trzech ograniczeń czasowych.

Autor dziękuje wszystkim użytkownikom, którzy przez swoje rady i sugestie wnieśli wkład w rozwój i udoskonalanie kolejnych wersji programów. Począwszy od roku 2005 całość (na którą składają się WSJT, MAP65, WSPR i WSJT-X) jest projektem otwartym (ang. *open source*), którego kod źródłowy jest dostępny publicznie na zasadach licencji GNU (GPL). Odnośnie WSPR-X autor pragnie szczególnie podziękować za ostatni wkład PY2SDR, VK4BDJ, AC6SL i AF5X.

Dodatek A. Pliki

Po zainstalowaniu WSJT-X w sposób podany na początku instrukcji katalog instalacyjny zawiera następujące pliki:

afmhot.dat	dane do palety kolorów AFMHot,
blue.dat	dane do palety niebieskiej,
CALL3TXT	baza danych znaków wywoławczych,
hamlib-alinco.dll	biblioteki Hamlib,
hamlib-amsat.dll,	
hamlib-flexradio.dll,	
hamlib-icom.dll,	
hamlib-jrc.dll,	
hamlib-kachina.dll,	
hamlib-kenwood.dll,	
hamlib-kit.dll,	
hamlib-tapr.dll,	
hamlib-tentec.dll,	
hamlib-winradio.dll,	
hamlib-yaesu.dll,	
jt9.exe	program dekodera JT9,
jt9code.exe	program próbny obrazujący kodowanie JT9,
libfft3f-3.dll	zoptymalizowana biblioteka szybkiej transformaty Fouriera (FFT),
lib_gcc_s_dw2-1.dll	biblioteki robocze gcc,
libhamlib-2.dll	
libstdc++-6.dll	biblioteka standardowych funkcji C,
libusb0.dll	funkcje złącza USB,
mingwm10.dll	biblioteka MinGW,
mouse_commands.txt	opis funkcji myszy,
palir-02.dll	funkcje Linrad,
PSKReporter.dll	funkcje do współpracy z systemem PSK reporter,
QtCore4.dll	biblioteki Qt
QtGui4.dll,	
QtNetwork4.dll,	
QtSvg4.dll,	
save	katalog dla zarejestrowanych nagrań *.wav,
shortcuts.txt	opis funkcji klawiszy i ich kombinacji,
unins000.dat	
unins000.exe	program do dezinstalacji WSJT-X,
WSJT.ico	symbol WSJT,
wsjtx.exe	program WSJT-X.

Po uruchomieniu program zakłada na swoje potrzeby następujące pliki:

ALL.TXT	Dziennik wszystkich odebranych i nadanych komunikatów,
decoded.txt	Zdekodowane teksty z ostatniego cyklu odbioru,
timer.out	Informacje diagnostyczne do optymalizacji pracy dekodera,
wsjtx.ini	Parametry konfiguracji WSJT-X,
wsjt_log.adi	dziennik stacji w formacie ADIF,
wsjtx_status.txt	Informacje przekazywane do towarzyszącego programu JT-Alert.

Dodatek B. Protokół JT9

JT9 jest emisją przeznaczoną do prowadzenia łączności w zakresach fal długich, średnich i krótkich. Korzysta ona zasadniczo z takich samych 72-bitowych skompresowanych komunikatów jak JT65. Do korekcji błędów (ECC) używany jest silny splotowy algorytm o parametrach $K = 32$, $r = \frac{1}{2}$, i zerowym zakończeniu. Długość zakodowanego komunikatu wynosi $(72 + 31) \times 2 = 206$ bitów użytkowych (nieśiących informację użytkową).

Stosowane jest 9-stanowe kluczowanie fazy 9-FSK, przy czym 8 stanów (częstotliwości) jest wykorzystywanych do transmisji danych, a jeden – do synchronizacji. Szesnaście symboli (odcinków czasowych) jest przeznaczonych na synchronizację a więc długość transmitowanej sekwencji tonów (symboli) wynosi $206/3 + 18 = 85$ rzeczywistych symboli (po zaokrągleniu). Czas trwania symbolu wynosi w przybliżeniu $(\text{długość_cyklu} - 8) / 85$, gdzie długość cyklu jest podana w sekundach. Dokładna długość symbolu została wybrana tak, że liczba próbek na symbol (ang. *nps* – *number of samples per symbol*) (dla 12000 próbek/s) jest liczbą o dzielniku nie większym od 7. Zostało to ustalone z myślą o optymalizacji pracy algorytmu szybkiej transformaty Fouriera (FFT).

Odstęp tonów dla kluczowania 9-stanowego (9-FSK) oblicza się jako:

$df = 1/tsym = 12000 / nps$ – gdzie *tsym* jest czasem trwania symbolu a *nps* – liczbą próbek na symbol. Jest on równy szybkości kluczowania. Pasma sygnału ma szerokość $9 \times df$. Charakteryzuje on się ciągłością fazy i stałą amplitudą, nie występują w nim stuki kluczowania.

W tabeli 2.1 podano najważniejsze parametry wszystkich pięciu odmian JT9 włącznie z orientacyjnym granicznym odstępem sygnału od szumów dla kanałów o gausowskim rozkładzie szumów. Liczby na końcu każdego z oznaczeń emisji podają czas trwania cyklu w minutach.

Tabela 2.1

Emisja	Liczba próbek/symbol – nps	Czas trwania symbolu [s]	Odstęp tonów [Hz]	Szerokość zajmowanego pasma [Hz]	Graniczny odstęp sygnał/szum [dB]	Czas trwania QSO [min]
JT9-1	6912	0,58	1,736	15,6	-27	6
JT9-2	15360	1,28	0,781	7,0	-30	12
JT9-5	40960	3,41	0,293	2,6	-34	30
JT9-10	82944	6,91	0,145	1,3	-37	60
JT9-30	252000	21,00	0,048	0,4	-42	180

Uwaga: Moc szumów mierzona jest w paśmie 2500 kHz.

Dodatek C. Kod źródłowy

WSJT-X jest projektem otwartym (ang. *open source*) na zasadzie licencji GNU General Public License (GPL). Kod źródłowy programu jest dostępny publicznie w archiwum pod adresem <http://developer.berlios.de/projects/wsjt>. Do jego skompilowania konieczne jest zainstalowanie pakietów źródłowych Subversion, QtSDK, qwt, g++, g95 lub gfortran, portaudio, fftw3 i hamlib. Do kompilacji w środowisku Windows autor poleca zainstalowanie pakietu MinGW.

Pełny kod źródłowy WSJT-X można pobrać za pomocą polecenia:
`svn co svn://svn.berlios.de/wsjt/branches/wsjt.x`

Instrukcja do programu WSPR-X

autorstwa Joe Taylora, K1JT

Wstęp

WSPR-X (WSPR-15) jest eksperymentalną wersją WSPR dającą możliwość pracy w cyklach 15-minutowych. Odmiana ta charakteryzuje się zwiększoną o 9 dB czułością w stosunku do klasycznej o cyklach 2-minutowych. Wersja 0.7 programu nie posiada wejścia kwadraturowego I/Q i z tego powodu nie może bezpośrednio współpracować z odbiornikami programowalnymi i nie pozwala też na automatyczną zmianę pasma pracy. Ma ona wyłącznie ułatwić zapoznanie się z pracą w trybie WSPR-15 przeznaczonym do wykorzystania w amatorskich pasmach fal długich (2200 m) i średnich (np. 630 m). Autor instrukcji zakłada, że czytelnik jest obeznany z pracą emisją WSPR, zasadami jej działania i obsługą programów i dlatego porusza jedynie najważniejsze sprawy związane z wyjściem w eter emisją WSPR-15.

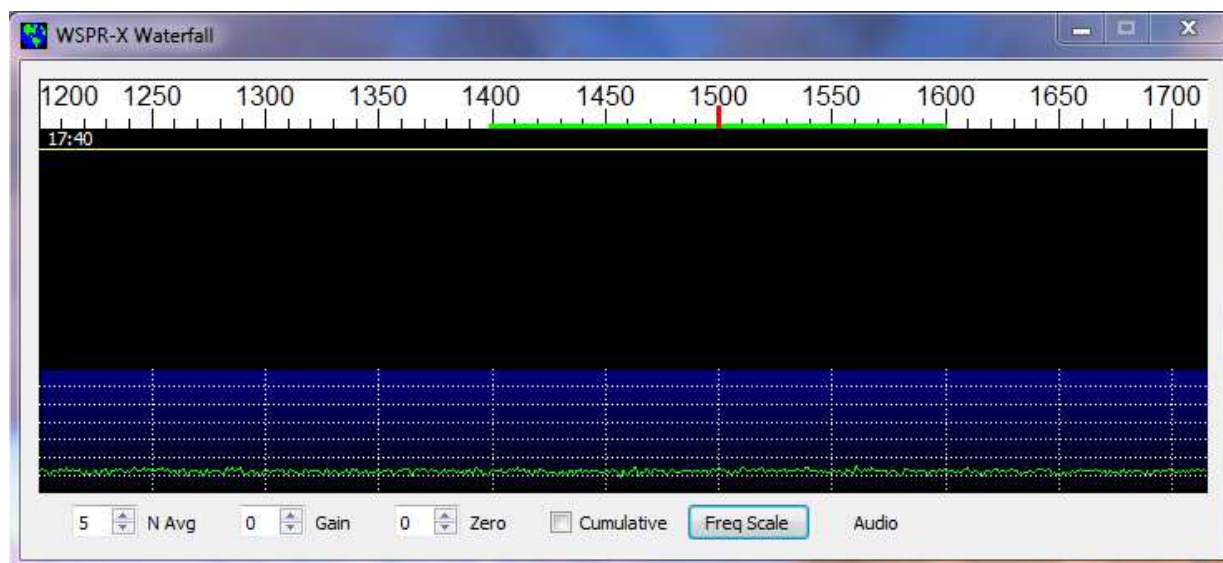
Tłumaczenie instrukcji obsługi WSPR zawiera tom 2 „Techniki słabych sygnałów” czyli czwarty z serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca”.

Instalacja

Sposób instalacji jest identyczny jak dla WSPR i wielu innych programów. Sugerowanym katalogiem instalacyjnym jest `c:\wsprix` ale zasadniczo wybór należy do użytkownika.

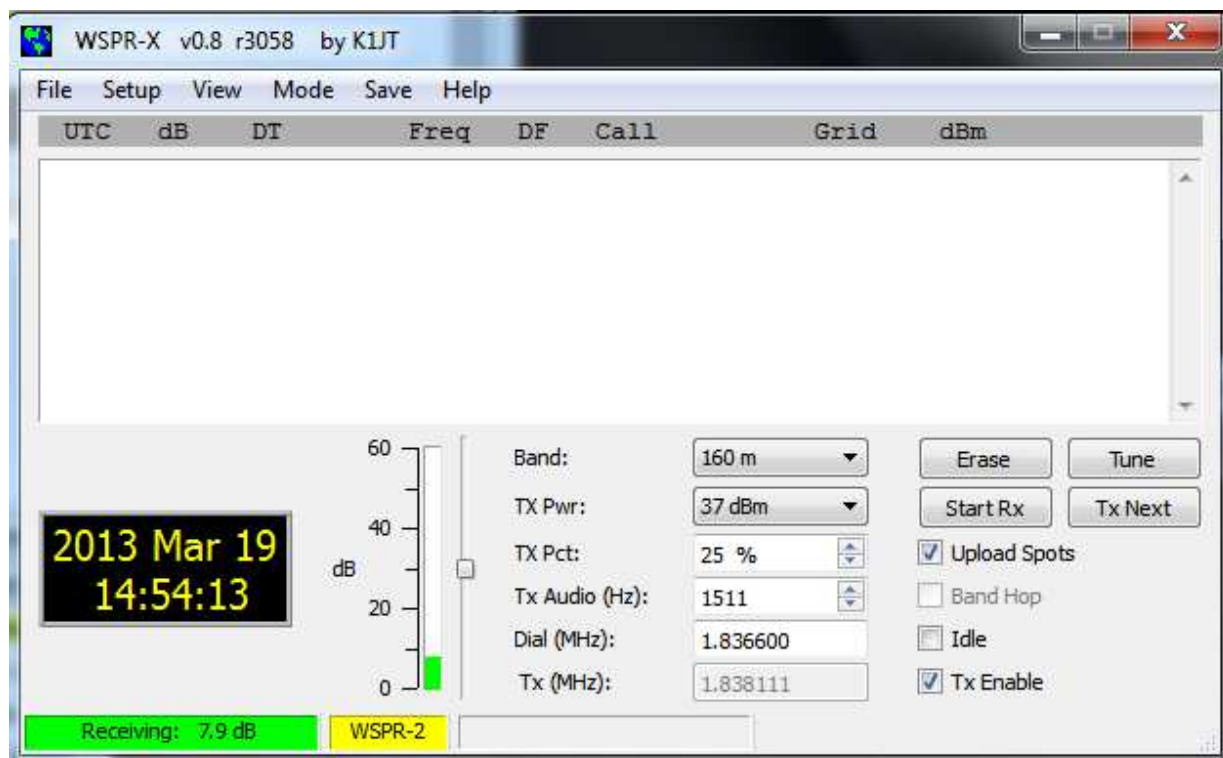
Obsługa programu

Po pierwszym uruchomieniu na ekranie widoczne są dwa okna. Pierwsze z nich, przeważnie górne zawiera obszar wodospadowy i obszar widma odbieranych sygnałów. Wyświetlany jest w nim podzakres częstotliwości WSPR.

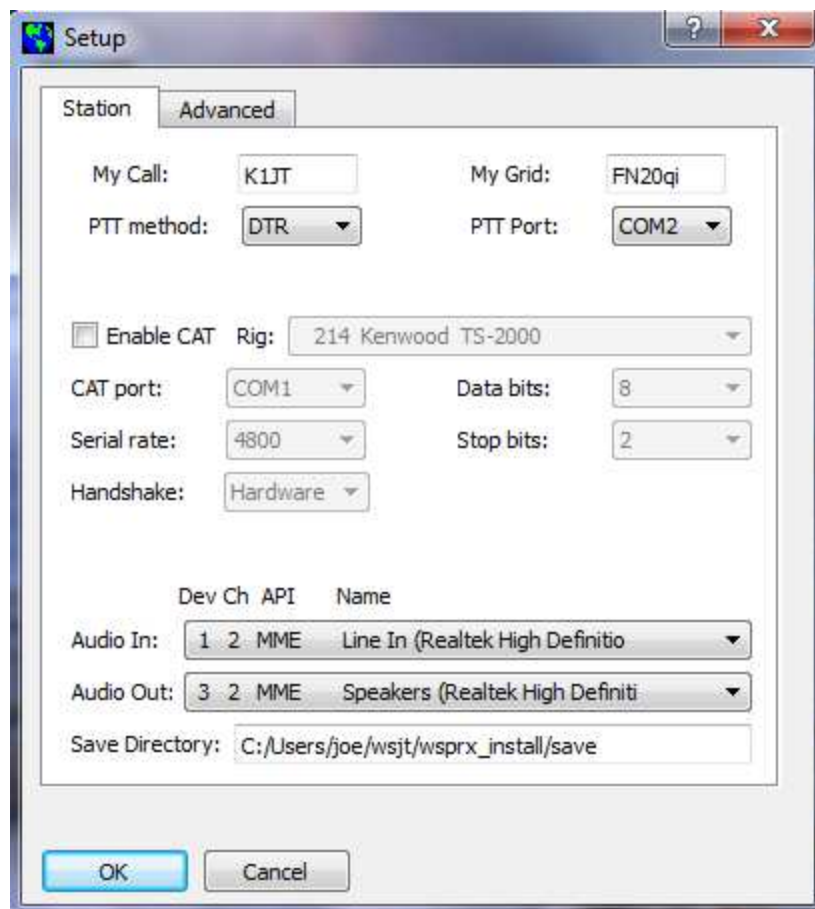


Rys. 3.1. Wskaźnik wodospadowy WSPR-X

Drugie z okien zawiera zdekodowaną treść komunikatów WSPR i najważniejsze elementy obsługi programu. Rozmiary okien mogą być w pewnych granicach zmieniane przez operatora.



Rys. 3.2. Okno główne WSPR-X



Klawisz funkcyjny F2 powoduje otwarcie okna konfiguracji – rys. 3.3 – (odpowiada to menu „**Setup | Options**” („Konfiguracja | Ustawienia”). W oknie tym wprowadzany jest znak wywoławczy, lokator stacji oraz dokonywany jest wybór złącza COM przeznaczonego do kłucowania nadajnika (PTT) i używanego przez program podsystemu dźwiękowego (pola „**Audio in**” i „**Audio out**” – odpowiednio dla kanałów wejściowego i wyjściowego m.cz.). W przypadku korzystania ze sterowania radiostacją (zaznaczone pole „**Enable CAT**”) przez komputer należy wybrać w polu „**Rig**” model radiostacji, wybrać używane do tego celu złącze szeregowo („**CAT port**”), szybkość transmisji („**Serial rate**”), sposób synchronizacji transmisji (pole „**Handshake**”) oraz format danych (pola „**Data bits**” i „**Stop bits**”). Parametry

komunikacji z radiostacją muszą być zgodne z podanymi w jej instrukcji obsługi.

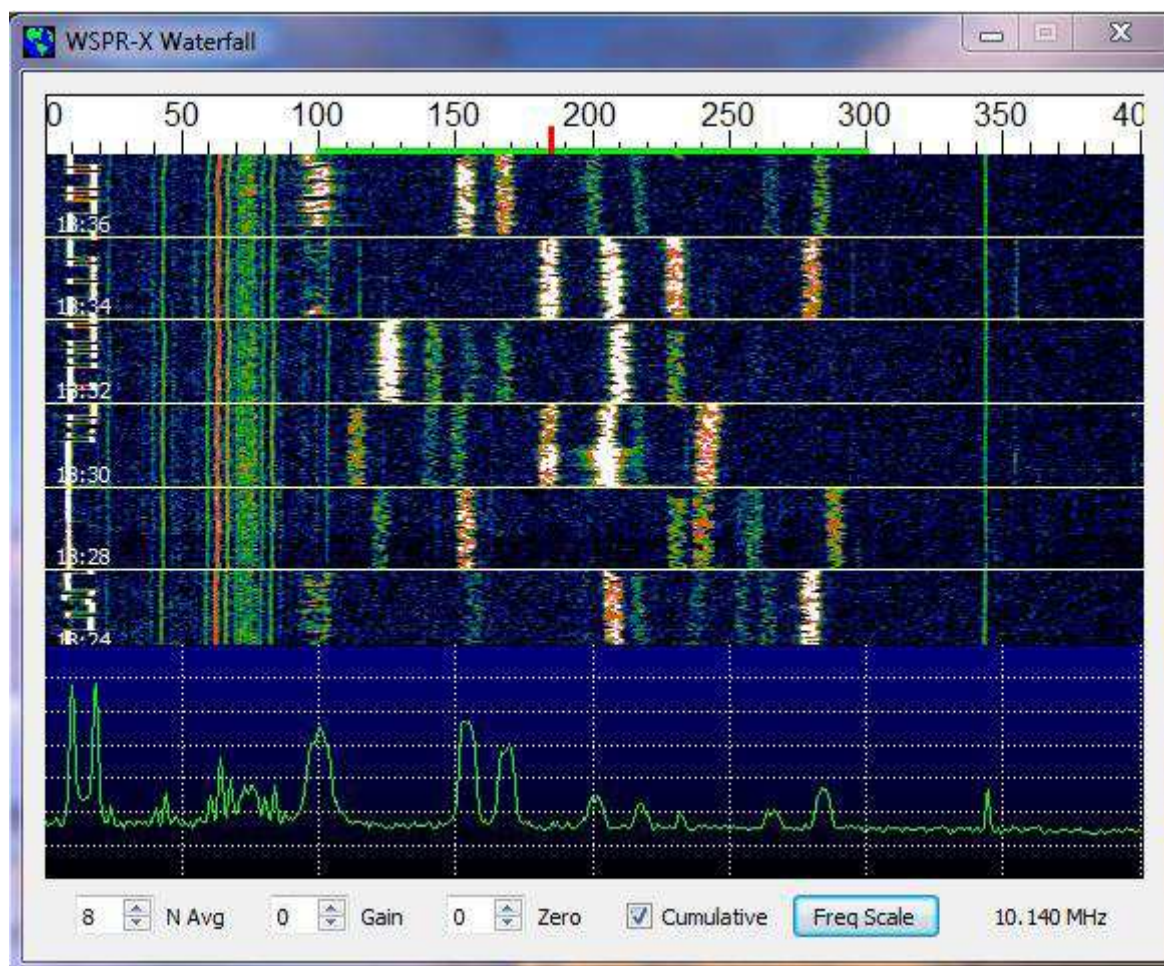
Przycisk „**OK**” służy jak zwykle do potwierdzenia wprowadzonych danych i zamknięcia okna.

Po dokonaniu konfiguracji, a przed wyjściem w eter należy w dolnej środkowej części okna głównego w polu „**Band**” („Pasma”) wybrać z rozwijanej listy pasmo pracy. Dla niestandardowych częstotliwości pracy należy w polu „**Dial (MHz)**” wpisać częstotliwość wytłumionej nośnej SSB – częstotliwość wskazywaną również na skali radiostacji. Standardowo pasmo dla pracy WSPR-2 na szerokość 200 Hz i leży pomiędzy 1400 i 1600 Hz powyżej wytłumionej nośnej SSB. W oknie wskaźnika wodospadowego podzakres ten jest zaznaczony zielonym kolorem na skali częstotliwości.

Częstotliwość nadawania można wybrać w dwojaki sposób: albo przez dwukrotne naciśnięcie jej myszą w polu wodospadu – jest ona wówczas automatycznie wpisywana do pól „**Tx (MHz)**” i „**Tx Audio (Hz)**” w oknie głównym albo też przez jej bezpośrednie wpisanie do tego ostatniego pola albo też przez ustawienie jej tam strzałkami. Częstotliwość nadawania jest zaznaczona czerwoną kreską na skali w oknie wodospadu.

Następnymi wymagającymi ustawienia parametrami są: moc nadajnika (w rozwijanej liście „**Tx Pwr**”) i procent czasu transmisji w cyklu (pole „**Tx Pct**”). Pole „**Idle**” służy do zatrzymania pracy programu np. na czas zmiany ustawień albo przestrajania nadajnika a „**Tx Enable**” – do włączenia nadawania. Zaznaczenie pola „**Upload spots**” („Ładuj odebrane dane”) powoduje ładowanie informacji na serwer **WSPRnet.org**.

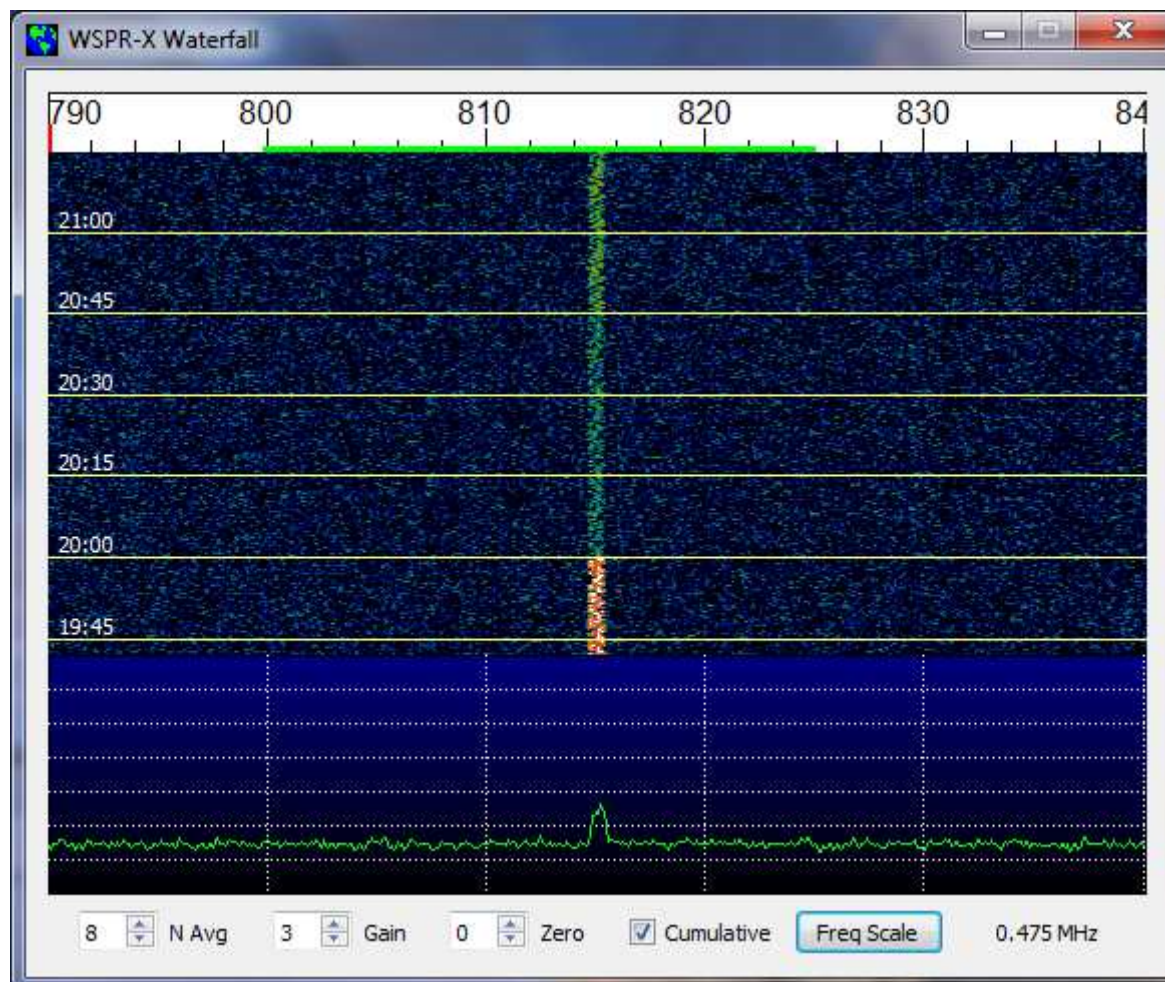
Ilustracja 3.4 przedstawia przykład odbioru stacji WSPR-2. Linie poziome na wskaźniku wodospadowym odpowiadają czasom nadawania.



Rys. 3.4. Odebrane sygnały WSPR-2 na wskaźniku widma WSPR-X

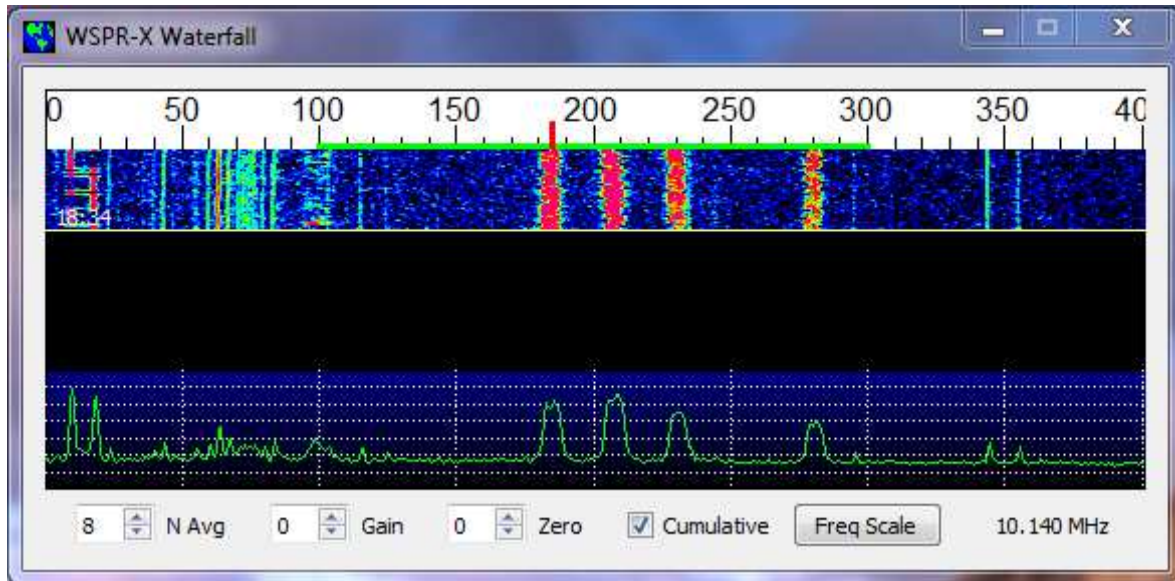
Tryb pracy (WSPR-2, WSPR-15) jest wybierany w menu „**Mode**” („Tryb”) w oknie głównym programu. Podzakresy zalecane do pracy emisją WSPR-15 mają szerokość 25 Hz i leżą przeważnie powyżej 200 Hz wycinka dla emisji WSPR-2 a więc w skali m.cz. pomiędzy 1600 i 1625 Hz. Cykle nadawania i odbioru zaczynają się zawsze o godz. xx.00, xx.15, xx.30 i xx.45 czyli na początku każdego pełnego kwadransa.

Następna ilustracja (3.5) przedstawia odbiór sygnału WSPR-15 w odcinkach rozpoczynających się o 19.30 i 19.45 (poziom -35 dB) i następujących po tym, jeszcze wciąż dekodowalnych, sygnałów na poziomie -37 dB.



Rys. 3.5. Odebrane sygnały WSPR-15 na wskaźniku wodospadowym programu

Archiwum programu WSPR-X zawiera dwa pliki dźwiękowe, które mogą być pomocne w trakcie uruchamiania i konfiguracji programu. Do ich otwarcia należy skorzystać z menu „File | Open” („Plik | Otwórz”) przejść do katalogu „... \save\samples” i wybrać zawarty tam plik *130107_1834.wav*. Po zdekodowaniu jego zawartości przez program otrzymuje się następujący obraz na ekranie:



Rys. 3.6. Sygnały zarejestrowane w przykładowym pliku dźwiękowym

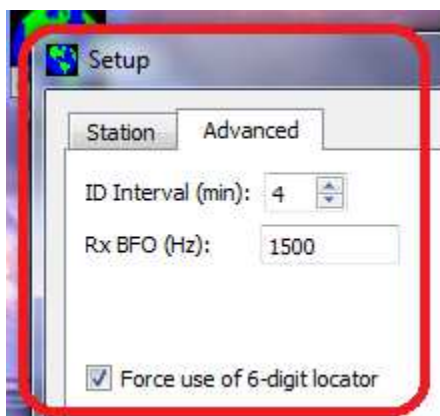
a w oknie głównym następujące zdekodowane komunikaty:

UTC	dB	DT	Freq	Drift	
1834	-4	-1.5	0.001484	0	W1FVB FN44 17
1834	-2	-1.4	0.001507	-1	VE3PKT FN03 23
1834	-7	0.1	0.001530	0	AK4T EM74 33
1834	-11	-1.2	0.001580	0	N8ABY EN72 33

Rys. 3.7. Zdekodowane komunikaty z zarejestrowanego pliku

Można także wybrać skompresowany plik *130107_1834.c2* o identycznej zawartości. Plik *wav* zawiera 16-bitowe próbki sygnału dla częstotliwości próbkowania 12000 Hz natomiast plik *c2* – zespolone 32-bitowe zmiennoprzecinkowe próbki o częstotliwości próbkowania 375 Hz i ma objętość wynoszącą 1/8 objętości pliku *wav*. W trakcie jego otwarcia w oknie głównym wyświetlane są te same komunikaty ale nie wyświetlane są sygnały w oknie wodospadu.

Zakładka rozszerzonej konfiguracji w oknie konfiguracyjnym zawiera kilka dodatkowych parametrów pracy stacji.



W polu „**ID interval**” podawany jest odstęp czasu między telegraficznymi transmisjami znaku stacji (wartość 0 oznacza wyłączenie transmisji).

W polu „**Rx BFO (Hz)**” podawana jest częstotliwość BFO czyli odstęp środka podzakresu WSPR od (wytłumionej) nośnej w.cz. Standardowo przyjmowany jest odstęp 1500 Hz ale w zależności od ustawień sprzętu konieczne może być jej skorygowanie w programie.

Zaznaczenie pola „**Force use of 6-digit locator**” powoduje podawanie w komunikatach lokatora sześćo- zamiast standardowego czteropozycyjnego.

Rys. 3.8. Zakładka rozszerzonej konfiguracji

**Uzupełnienie instrukcji do programu WSPR
dla wersji 2.1 do 3.0**

Wstęp

Pełna instrukcja obsługi WSPR do wersji 2.0 włącznie znajduje się w tomie 2 „Techniki słabych sygnałów” czyli czwartym z serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca”. Niniejszy opis zawiera jedynie jej uzupełnienia dla wersji od 2.1 do 3.0.

Począwszy od wersji 2.1 WSPR może współpracować z odbiornikami lub radiostacjami programowanymi (z odbiornikami lub radiostacjami z cyfrową obróbką sygnałów – ang. SDR).

Po włączeniu kwadraturowego trybu pracy (trybu pracy I/Q) program korzysta z dwóch kanałów dźwiękowych – lewego i prawego – próbkowanych z częstotliwością 48 kHz zarówno dla nadawania jak i dla odbioru.

Układ kluczowania nadajnika jest podłączony do złącza USB komputera. Zbędne jest korzystanie z programów nadawczo-odbiorczych takich jak Rocky, PowerSDR czy podobnych jak również z VAC (*Virtual Audio Cable*) pośredniczącego zwykle między programem obsługi sprzętu a terminalem dla emisji cyfrowych.

Program można skonfigurować tak, aby pracował on na różnych (wybranych przez operatora) pasmach amatorskich zamiast tylko na jednym jak w wersjach poprzednich.

Instalacja

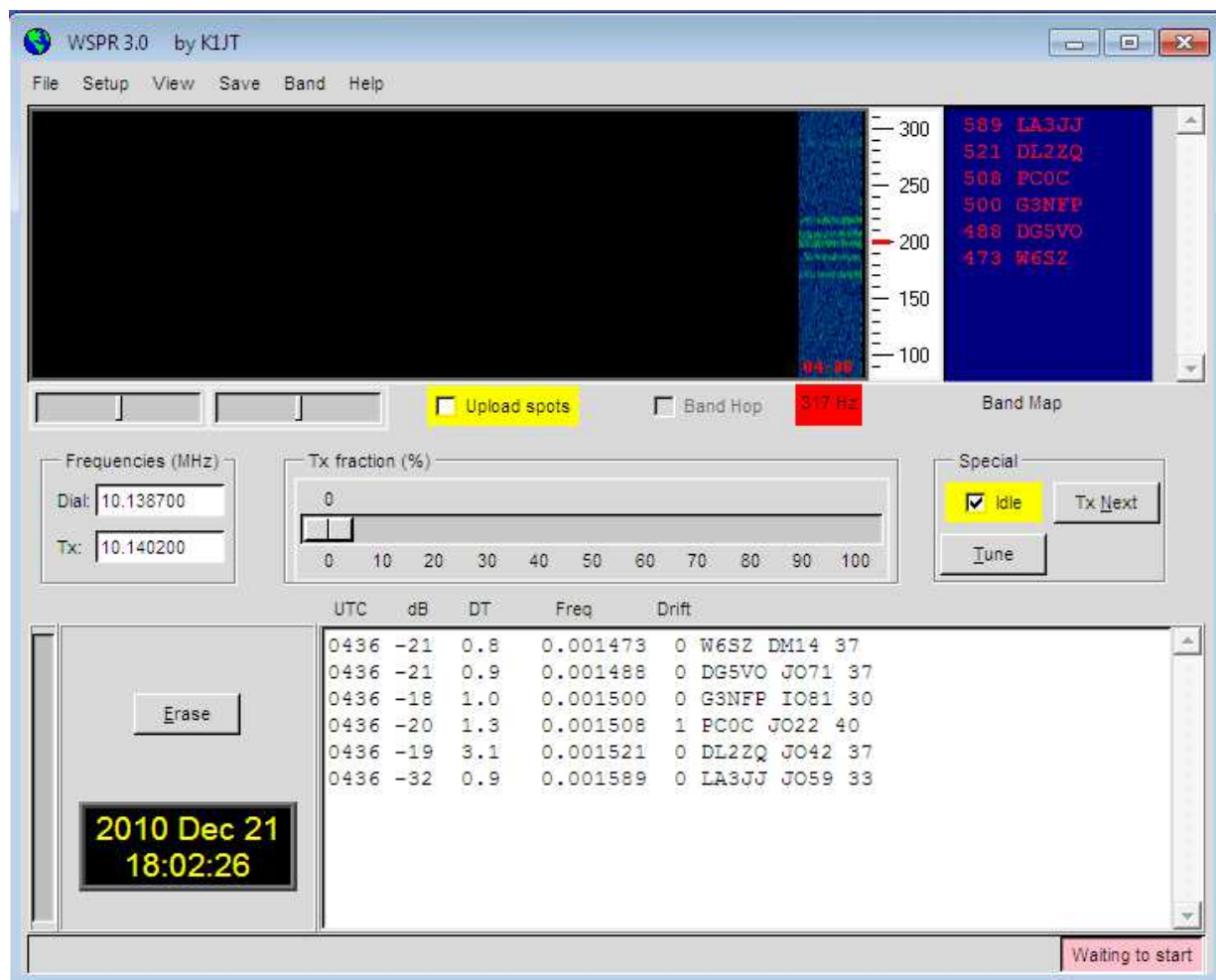
Archiwum instalacyjne programu znajduje się w witrynie autora K1JT pod adresem <http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>. Sposób instalacji jest identyczny jak w przypadku wersji poprzednich i wielu innych programów instalowanych w środowisku Windows. W zależności od potrzeb można nowszą wersję zainstalować równolegle do starszej – oczywiście w innym dowolnym katalogu. W środowiskach Visty, Windows 7 i Windows 8 dla zainstalowania programu w domyślnie do tego celu używanym katalogu „c:\Program Files” konieczne jest posiadanie uprawnień administratora i wywołanie programu instalującego także z tymi uprawnieniami. Można jednak zainstalować WSPR zupełnie gdzie indziej (np. pod c:\wsprr) i uniknąć takich kłopotów.

Dodatkowe funkcje

W oknie głównym programu począwszy od wersji 2.11 występuje dodatkowy przycisk ekranowy „Tx Next” („Następny cykl – nadawczy”). Jego naciśnięcie powoduje, że program przejdzie na nadawanie w następnym 2-minutowym odcinku czasu niezależnie od ustawionego prawdopodobieństwa i od wyników losowania.

Po prawej stronie okna zamiast pola informującego o poziomie sygnału doprowadzonego z odbiornika i zmieniającego kolor na czerwony dla zbyt wysokich poziomów w wersji 3.0 występuje pionowy paskowy wskaźnik poziomu.

Poniżej wskaźnika wodospadowego a raczej kurtynowego począwszy od wersji 2.21 znajduje się także pole „Band Hop” służące do włączenia funkcji automatycznej zmiany pasma.



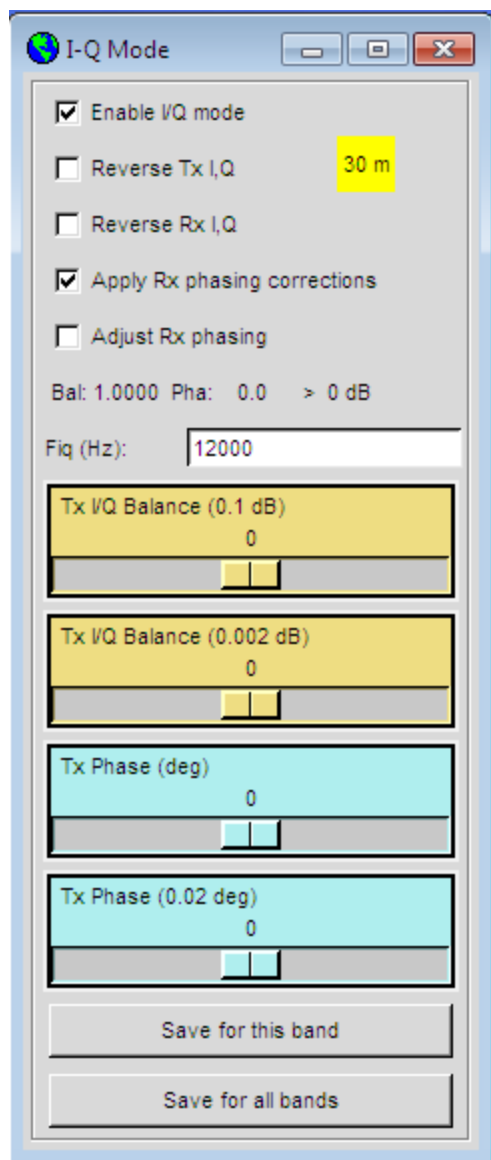
Rys. 4.1. Okno główne WSPR 3.0

Konfiguracja dla trybu kwadraturowego

Po zainstalowaniu programu i skonfigurowaniu jego podstawowych parametrów tak, jak to opisano w pełnej instrukcji należy w oknie „**Setup | Station Parameter**” („Konfiguracja | Parametry stacji”) – rys. 4.2, okno konfiguracyjne dla wersji 3.0 – wybrać:

- ❖ w polu „**PTT method**” („Sposób kluczkowania nadajnika”) – „CAT”,
- ❖ w polu typu sprzętu „**Rig number**” – „901 SoftRock RxTx Ensemble” albo „2509”.

Następnie w oknie „**Setup | IQ mode**” („Konfiguracja”) należy zaznaczyć pole „**Enable I/Q mode**” („Włącz tryb I/Q”).



W zależności od sposobu podłączenia sprzętu może być konieczne zaznaczenie pól „**Reverse Rx I,Q**” albo „**Reverse Tx I,Q**” lub też nie. Ich zaznaczenie oznacza odwrotne przyporządkowanie sygnałów I i Q do wejść komputera.

Parametr „**Fiq (Hz)**” oznacza różnicę między częstotliwością nośnej podaną w WSPR i częstotliwością syntezeru Si570 (podzieloną przez 4). Domyślna wartość 12000 oznacza przesunięcie 200 Hz pasma WSPR o 12 kHz od środka pasma.

Przykładowo dla pracy w paśmie 30 m mamy:

- ❖ „**Dial frequency**” („Częstotliwość wskazywana”): 10,1387 MHz,
- ❖ „**Fiq**” („Przesunięcie”): 12000 Hz.

Częstotliwość oscylacji syntezeru wynosi więc (po pomnożeniu przez cztery jak tego wymaga użyty układ detektora lub mieszacza kwadraturowego) 40,506800 MHz.

Dla dokładnego dostrojenia się do stosunkowo wąskiego podzakresu WSPR korzystne jest przeprowadzenie kalibracji syntezeru (sprzętu) w sposób podany w jego instrukcji.

Zamiast tego można po zmierzeniu odchyłki częstotliwości odbieranych sygnałów od rzeczywistej podać w oknie konfiguracji rozszerzonej („**Setup | Advanced**”) obliczone przez operatora współczynniki A i B.

Przykładowo dla odchyłki 60 Hz w paśmie 30 m otrzymuje się wartość współczynnika

$$B = (60 \text{ Hz}) / 10,1387 \text{ MHz} = 5,92 \times 10^{-6}.$$

Współczynnik A przyjmujemy równy 0. Można też przyjąć inne schematy kalibracji.

Dla uzyskania możliwie najlepszych rezultatów odchyłka częstotliwości pracy od pożądanej nie powinna przekraczać kilku Hz.

Dla sprzętu nadawczo-odbiorczego posiadającego oscylator pracujący na stałej częstotliwości wartość wpisywaną

do pola „**Fiq**” należy obliczyć z następującego wzoru:

$$f_{iq} = f_{dostr} - f_{LO} - f_{BFO} + 1500 \text{ [Hz]}.$$

Wszystkie częstotliwości we wzorze należy podać w Hz. O ile domyślna częstotliwość BFO – 1500 Hz – nie uległa zmianie w konfiguracji, dwa ostatnie człony redukują się do zera.

Tłumienie częstotliwości zwierciadlanych

WSPR jest wyposażony (podobnie jak wiele innych programów SDR) w funkcje służące do uzyskania możliwie maksymalnego tłumienia częstotliwości zwierciadlanych zarówno w torze nadawczym jak i odbiorczym.

Regulację symetrii należy zacząć od zbadania czy konieczne jest zaznaczenie pola „**Reverse Rx I,Q**” albo „**Reverse Tx I,Q**”. W typowym sprzęcie klasy SoftRock niepożądana wstęga boczna powinna być sfłumiona standardowo o około 30 dB jeszcze przed rozpoczęciem regulacji. Po dokonaniu dalszych regulacji WSPR pozwala na osiągnięcie tłumienia dochodzącego do 60 dB.

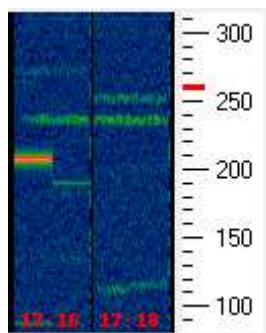
Do przeprowadzenia regulacji toru nadawczego konieczny jest dodatkowy odbiornik komunikacyjny. Po uruchomieniu WSPR i wybraniu pożądanego pasma należy zaznaczyć pole „**Idle**” („Stan spoczynku”), ustawić czas nadawania na 100 % i nacisnąć przycisk „**Tune**” („Strojenie”). Program nadaje serię kresiek na częstotliwości pracy. Odbiornik pomocniczy należy dostroić najpierw do sygnału pożądanego a następnie do jego sygnału zwierciadlanego (niepożądanego wstęgi). Jest on odległy od wstęgi pożądanego o dwukrotną wartość sumy częstotliwości „**Fiq**” i „**Rx BFO**”. W sytuacji opisanej poniżej sygnał niepożądany będzie znajdował się o 27 kHz od pożądanego.

W trakcie odbioru sygnału niepożądanego należy powoli przesuwać suwaki „**Tx I/Q Balance**” („Równowaga nadawczych kanałów I/Q”) i „**Tx Phase**” („Przesunięcie fazy w torze nadawczym”) w pokazanym powyżej oknie konfiguracji I-Q dążąc do uzyskania możliwie najniższego poziomu sygnału. Górne suwaki służą do regulacji zgrubnej a dolne – precyzyjnej. Wpływ zmienionych ustawień jest uwzględniany przez program już w trakcie transmisji następnego kreski.

Program zapamiętuje dokonane ustawienia suwaków i korzysta z nich po następnym uruchomieniu. Optymalizacja tłumienia niepożądanego wstęgi w torze odbiorczym jest dokonywana półautomatycznie. Przy użyciu drugiego nadajnika lub generatora sygnałowego dostrojonego do częstotliwości 200 Hz paśmie WSPR (lub w zakresie +/- 500 Hz od jego środka) należy nadać sygnał próbny i przejść na odbiór w WSPR (oznacza to zaznaczenie pola „**Idle**” i ustawienie suwakiem czasu transmisji na 0).

W trakcie odbioru sygnału próbnego należy zaznaczyć pole „**Adjust Rx phasing**” („Wyreguluj symetrię w torze odbiorczym”) i obserwować jak wartości w polach „**Bal**” („Symetria”) i „**Pha**” („Faza”) dążą do stanu stabilnego. Proces ten może zająć 30 lub więcej sekund. Po jego zakończeniu należy usunąć zaznaczenie z pola „**Adjust Rx phasing**” („Wyreguluj symetrię w torze odbiorczym”) i zaznaczyć pole „**Apply Rx phasing corrections**” („Zastosuj korekcję”). Obliczone przez program parametry korekcyjne są używane każdorazowo na zakończenie cyklu odbioru.

Obie te regulacje pozwalają na uzyskanie tłumienia niepożądanego wstęgi przekraczającego 60 dB. Na ilustracji 4.3 przedstawiono fragment wskaźnika kurtynowego w trakcie dwóch cykli odbioru.

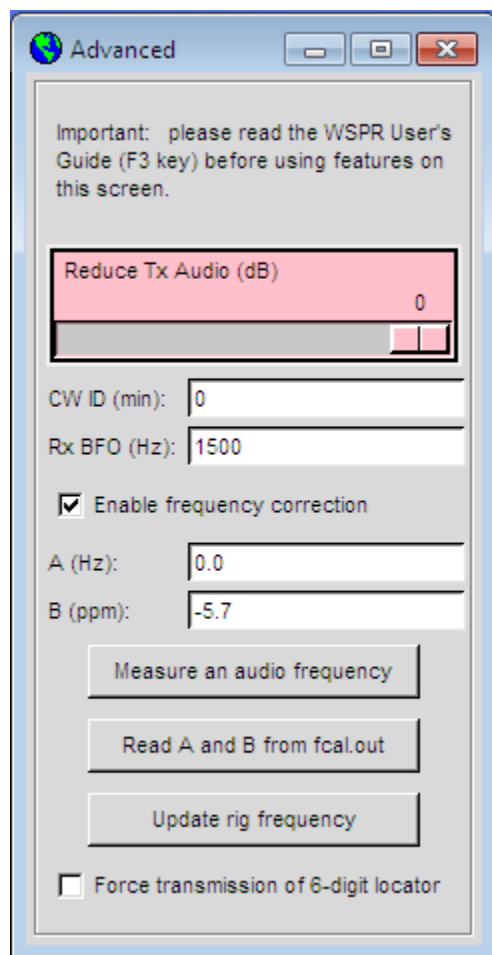


W pierwszej części pierwszego cyklu widoczny jest niemodulowany sygnał generatora leżący w pobliżu 200 Hz. Pole zapoczątkowujące regulację zostało zaznaczone w 10 sekundzie i po zakończeniu procesu zaznaczenie zostało usunięte w 50 sekundzie. W połowie cyklu (60 sekundzie) generator został przestrojony o 27 kHz niżej na częstotliwość zwierciadlaną. Ślad drugiej wstęgi sygnału generatora jest widoczny w okolicach 200 Hz (drobna różnica wynika z odchyłki dostrojenia syntezy). W trakcie drugiego cyklu zostało zastosowane pole zastosowania korekcji. Jak widać sygnał niepożądany został sfłumiony w takim stopniu, że stał się całkowicie niewidoczny. Zmierzone tłumienie przekraczało 70 dB.

W wersji 3.0 parametry korekcyjne są zapisywane i stosowane oddzielnie dla każdego pasma. Do ich zapisu dla danego pasma służy przycisk „**Save for this band**” („Zapisz dla tego pasma”) u dołu okna. Przycisk „**Save for all bands**” („Zapisz dla wszystkich pasm”). Przyciski te nie występowały we wcześniejszych wersjach a parametry były używane dla wszystkich pasm.

Poziom nadawanego sygnału m.cz.

W oknie konfiguracji rozszerzonej – rys. 4.4 – („**Setup | Advanced**” lub otwierane za pomocą klawisza funkcyjnego F7) znajduje się suwak służący do kalibrowanej zmiany poziomu sygnału m.cz. w torze nadawczym.



Standardowym ustawieniem jest poziom 0 dB (suwak całkowicie po prawej stronie). Przesuwanie go w lewo pozwala na zmniejszenie mocy wyjściowej nawet o 30 dB (w nadajniku SSB jest ona zależna od wysterowania sygnałem m.cz.). Zmiany ustawienia są uwzględniane na początku następnego okresu nadawania.

Regulacji wygodnie można dokonać przełączając program w tryb pasywny (pole „**Idle**” zaznaczone), wybierając 100 % czasu nadawania i naciskając przycisk strojenia („**Tune**”). Zmiany ustawienia są wówczas uwzględniane w trakcie najbliższej transmisji kreski.

W polu „**CW ID (min)**” podawany jest odstęp czasu między telegraficznymi transmisjami znaku wywoławczego.

Wartość 0 powoduje wyłączenie transmisji. Ze względu na szerokość pasma zajmowanego przez sygnał telegraficzny i powodowane przezeń zakłócenia sygnałów WSPR zaleca się nie korzystanie z tej możliwości o ile nie wymagają tego bezwzględnie obowiązujące przepisy.

W polu „**Rx BFO (Hz)**” podaje się częstotliwość generatora dudnieniowego – BFO. W większości przypadków wartość ta – 1500 Hz – nie wymaga zmiany.

Przykładowy sposób obliczania współczynników korekcji częstotliwości podano powyżej. Program uwzględnia ich wartości po zaznaczeniu pola „**Enable frequency correction**”. Przycisk pomiaru częstotliwości sygnału m.cz. wywołuje funkcję pomocną w wyznaczaniu wartości obu współczynników. Dokładny sposób kalibracji częstotliwości

podano w dodatku C w głównej instrukcji zawartej w tomie 4 „Biblioteki”.

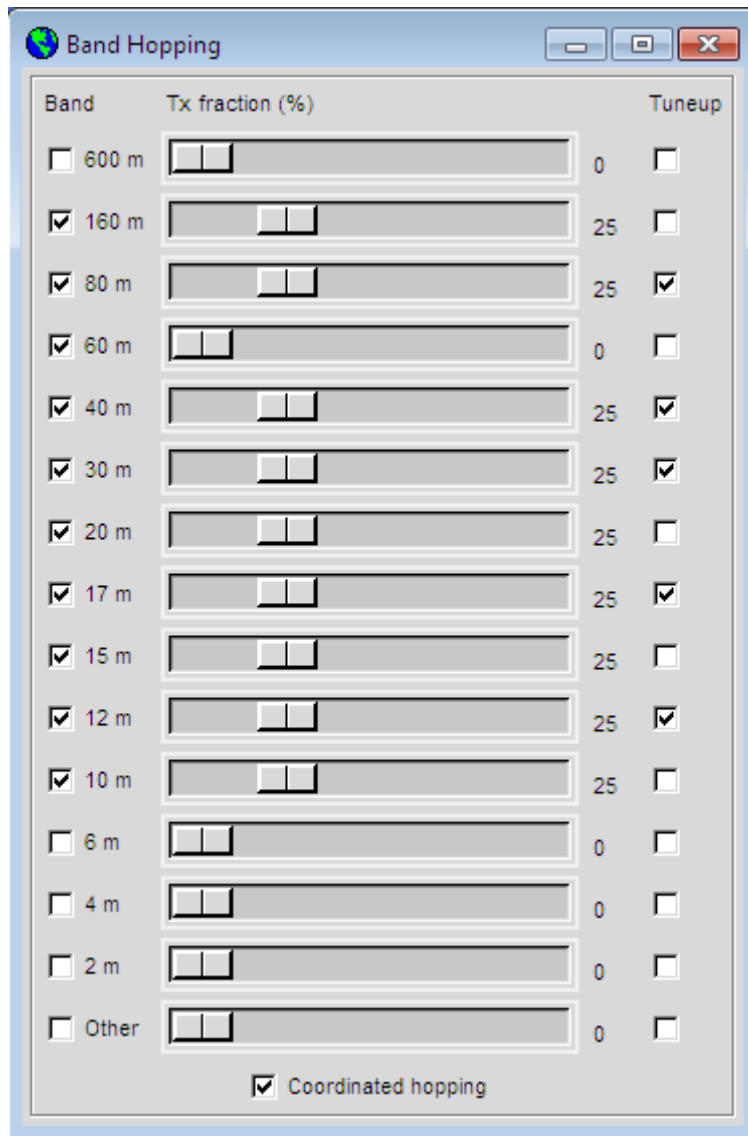
W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania radiostacji przez złącze CAT przycisk „**Update rig frequency**” pozwala na korektę jej dostrojenia.

Praca wielopasmowa

Wersja 3.0 pozwala na pracę wielopasmową pod warunkiem korzystania ze sprzętu sterowanego za pomocą złącza CAT. Praca taka pozwala na dokładniejsze badanie warunków propagacji aniżeli tylko przez nadawanie w jednym paśmie a skoordynowana zmiana pasm u wielu stacji zwiększa szanse znalezienia otwartych tras łączności.

Punkt „**Band Hopping**” („Praca wielopasmowa”) w menu konfiguracji („**Setup**”) a także klawisz funkcyjny F9 powodują otwarcie okna konfiguracji pracy wielopasmowej (rys. 4.5 poniżej) i wyboru pasm pracy.

Ich wyboru dokonuje się przez zaznaczenie pola z ich oznaczeniem. Operator może wybrać dowolną kombinację pasm zależnie od możliwości technicznych i własnych zamiarów bądź zainteresowań. Prawdopodobieństwo nadawania w każdym z pasm ustawia się za pomocą suwaków – identycznie jak ogólne prawdopodobieństwo w oknie głównym.



Program wybiera pasma pracy (spośród dopuszczonych przez operatora) w sposób przypadkowy.

Zaznaczenie pola strojenia („**Tune-up**”) powoduje nadawanie w danym paśmie na początku cyklu przez kilka sekund niemodulowanej nośnej, która może być wykorzystana przez automatyczne skrzynki antenowe do dostrojenia anteny.

Zaznaczenie pola „**Coordinated hopping**” („Skoordynowana zmiana pasm”) powoduje wybór kolejnych pasm zgodnie z podanym poniżej harmonogramem ograniczając się do pasm wybranych w konfiguracji.

W odcinkach czasowych odpowiadających pasmom nie dopuszczonym w konfiguracji program korzysta z losowo wybranego dozwolonego pasma.

Algorytm decyzji o nadawaniu lub odbiorze w wybranym paśmie gwarantuje dla każdego z nich co najmniej jedną transmisję w ciągu dwóch godzin. Jeżeli dozwolona jest praca we wszystkich 10 pasmach w czasie dwóch godzin program nadaje w każdym z nich do trzech razy.

Ze względu na różnorodne wyposażenie i co za tym idzie różnorodne potrzeby i możliwości sterowania nim przez złącze CAT program korzysta

z plików *user_hardware.bat*, *user_hardware.cmd*, *user_hardware.exe* lub *user_hardware*, które muszą się znajdować w jego katalogu roboczym.

W przypadku znalezienia któregoś z nich program wykonuje polecenie

user_hardware nnn

gdzie nnn jest oznaczeniem pasma w m.

Tabela 4.1. Skoordynowany harmonogram pracy wielopasmowej

Czas	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18
UTC	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
[min]	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
Pasmo	160	80	60	40	30	20	17	15	12	10
[m]										

Założenie odpowiedniego pliku lub skryptu zawierającego niezbędne polecenia dla używanego sprzętu radiowego, anten, przełączników antenowych i obwodów dopasowujących należy do operatora.

W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” dotychczas ukazały się:

- Nr 1 – „Poradnik D-STAR”
- Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS”
- Nr 3 – „Technika słabych sygnałów” Tom 1
- Nr 4 – „Technika słabych sygnałów” Tom 2
- Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 1
- Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 2
- Nr 7 – „Packet radio”
- Nr 8 – „APRS i D-PRS”
- Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 1
- Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 2
- Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski” Tom 1
- Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 1
- Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 2
- Nr 14 – „Amatorska radioastronomia”
- Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR”
- Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia”
- Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy”
- Nr 18 – „Łączności na falach długich”
- Nr 19 – „Poradnik Echolinku”
- Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 1
- Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 2
- Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie”
- Nr 23 – „Technika słabych sygnałów” Tom 3

