

WSPR 2.0

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Джо Тейлор, K1JT

Краткий обзор

WSPR (произносится как "whisper" ["шепот"]) сокращение от Weak Signal Propagation Reporter (вестник прохождения слабого сигнала). Программа WSPR предназначена для исследования возможных трасс распространения радиосигналов станций, использующих маломощные, подобные маяку передачи. WSPR сигнал передает позывной, QRA локатор (далее по тексту – локатор) и излучающую мощность, используя сжатый формат данных с сильным передовым исправлением ошибки и узкополосной 4-FSK модуляцией. Протокол эффективен при отношениях сигнал/шум до -28 dB в полосе пропускания 2500 Гц. Принимающая станция, имеющая доступ в Интернет, может автоматически загружать данные приема в центральную базу данных.

Конфигурация WSPRnet обеспечивает простой пользовательский интерфейс для ознакомления с базой данных, а также графическое отображение ее на карте, и многие другие возможности.

Требования к системе

- SSB приемник или трансивер и антенна
- Компьютер с операционной системой Windows, Linux, FreeBSD, или OS X
- Процессор с тактовой частотой 1.5 ГГц или более и 100 Мб ОЗУ
- Монитор с разрешением, по крайней мере, 800 x 600 (больше – лучше)
- Звуковая карта, поддерживаемая используемой операционной системой
- Если Вы предполагаете использовать программу на передачу, то необходим интерфейс связи компьютера с трансивером, использующий последовательный порт для управления переключением прием/передача или последовательный кабель для управления CAT. В версиях Linux и FreeBSD может также использоваться параллельный порт для PTT. Альтернативно, Вы можете использовать для переключения на передачу VOX вашего передатчика.
- Подсоединение между приемником/трансивером и звуковой картой компьютера
- Программное обеспечение для синхронизации ваших компьютерных часов к мировому времени (UTC)

Основные инструкции по работе

Следующие шаги для работы с WSPR.

1. Скачайте программу WSPR с домашней страницы WSJT <http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>. Щелкните сначала на надпись **WSPR** в левой стороне и затем в разделе **Downloads** на надпись соответствующую Вашей операционной системе. Установите программу обычным способом. Под Windows, запустите загруженный файл, и следуйте за инструкциями установки. См. страницу 8 для других операционных систем.

2. Соединить соответствующие кабели интерфейса между радио и компьютером. Схему интерфейса и способ его подключения можно взять <http://www.w5bbr.com/soundbd.html>. Для работы на прием, все что необходимо это Вы должны соединить звуковой выход радио с входом звуковой картой компьютера. Если Вы будете также передавать Вы должны также соединить микрофонный вход передатчика (или вход данных) с выходом звуковой карты компьютера. Для переключения прием/передача и управлению с помощью CAT Вы, возможно, нуждаетесь в последовательном кабеле данных и соответствующем интерфейсе.

3. Для начала работы WSPR, дважды щелкните на иконку на рабочем столе или выберите в меню «Программы». В меню **Setup | Station parameters** введите свой позывной и 6-значный локатор, выберите тип звуковой карты (для входа и выхода) , а также мощность Вашего передатчика в dBm. (См. Приложение А для преобразование мощности из ваттов в -dBm . Выберите ближайшую похожую на Вашу мощность величину). Наблюдатели вводят уникальный идентификатор до 8 знаков вместо позывного.

4. Если Вы хотите работать и на передачу , WSPR будет управлять циклом прием/передача поочередно. Выберите режим коммутации **PTT method** (DTR, RTS, CAT, или VOX). Для DTR или RTS переключения, выберите **PTT port**. При управлении при помощи VOX установите **PTT port** как **None**

5. WSPR предлагает ограниченное управление CAT вашим трансивером, для переключения прием/передача и установки частоты. Для использования этой опции поставьте 'галочку' в окне **Enable CAT** и заполните остающиеся параметры в окне **Station parameters**. Консультируйтесь с руководством для вашего радио, чтобы определить необходимые параметры для последовательной связи.

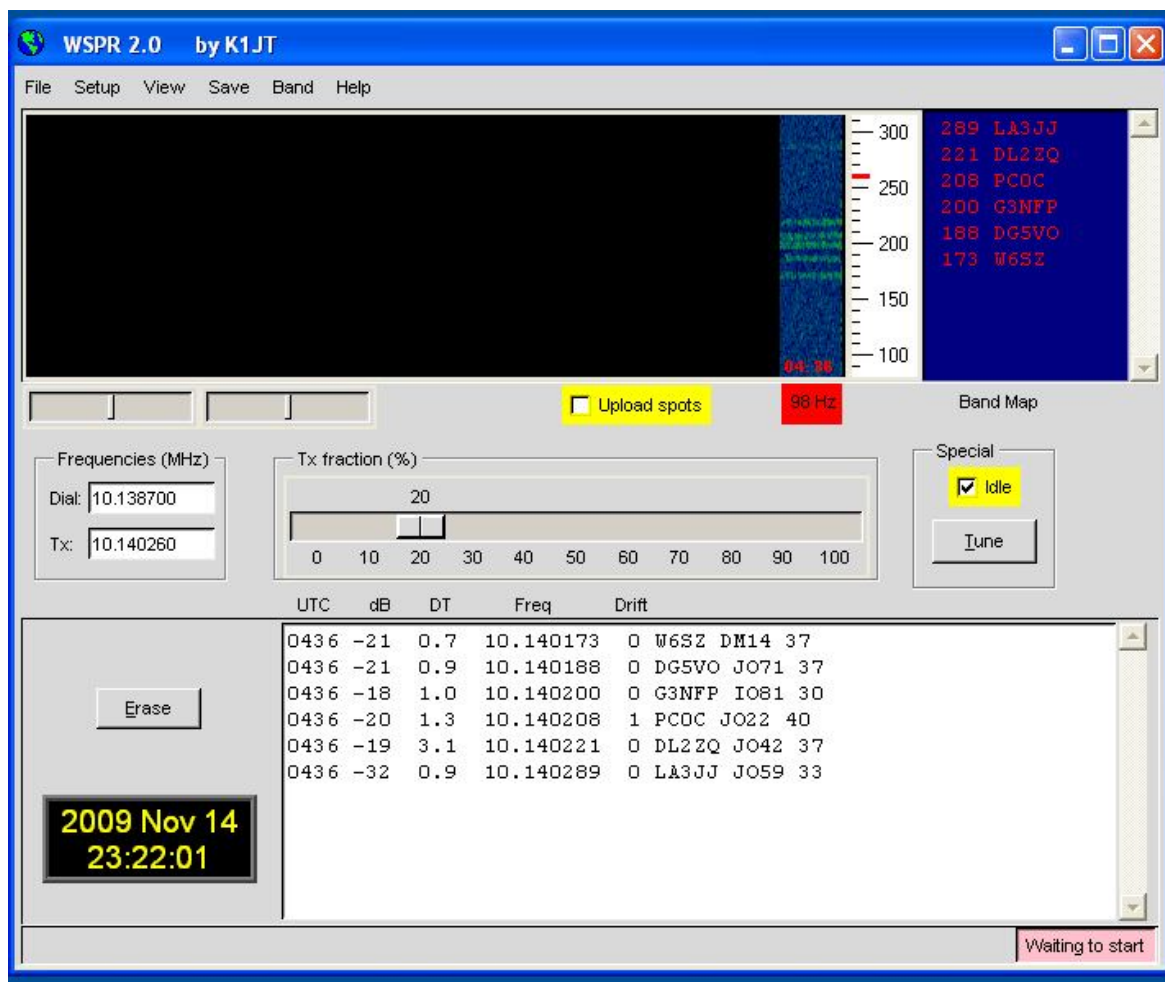
6. Вы можете проверить действие WSPR декодера, открыв образец звукового файла, находящегося в директории WSPR. Выберите **File | Open**, найдите ...\\save\\Samples и откройте файл 091022_0436.wav^{*1}. Шесть WSPR сигналов должно быть декодировано, и на Вашем экране должно появиться изображение представленное на следующей странице. (Для интереса откройте этот файл при помощи любой программы для прослушивания wav файлов - WSPR сигналы еле слышны, если вообще можно что-то услышать, с множеством атмосферных помех ..., и все же WSPR расшифровывает сигналы без ошибок.)

7. Выберите диапазон в меню **Band**. WSPR частота будет указана в окне **Dial**. Например, Вы должны видеть частоту 10.138700 МГц для 30 метрового диапазона. Установите Ваш трансивер на эту частоту в режиме USB (если Вы используете CAT, то частота должна установиться автоматически). Выбираете желаемую **Tx** частоту двойным щелчком где-нибудь в графической области в верхней правой части экрана. Доступные **Tx** частоты находятся в пределах 1400-1600 Гц выше выбранной частоты. Щелчок в основании графической области устанавливает частоту около низшего предела, и при щелчке около вершины - на верхний предел.

8. WSPR использует двухминутные циклы для передачи и приема. Перемещающийся ползунок **Tx fraction (%)**, устанавливает среднюю пропорцию времени для передачи. Установка в 20% - хороший компромисс при обычных условиях: это означает, что Вы передаете раз каждые десять минут, а остальную часть времени работаете на прием. Точная последовательность цикла прием/передача необходима, чтобы максимизировать ваши возможности для

приема других WSPR станций. Для работы только на прием, установите движок **Tx fraction** на ноль.

9. При нажатии кнопки **Tune**, выдается немодулируемый несущий сигнал. Продолжительность передачи (в секундах) устанавливается движком **Tx fraction**.



10. Убедитесь, что ваши компьютерные часы правильны с точностью ± 1 секунды. Многие синхронизируют время при помощи великолепной программы Dimension 4 for Windows доступной для скачивания на в <http://www.thinkman.com/dimension4/>.

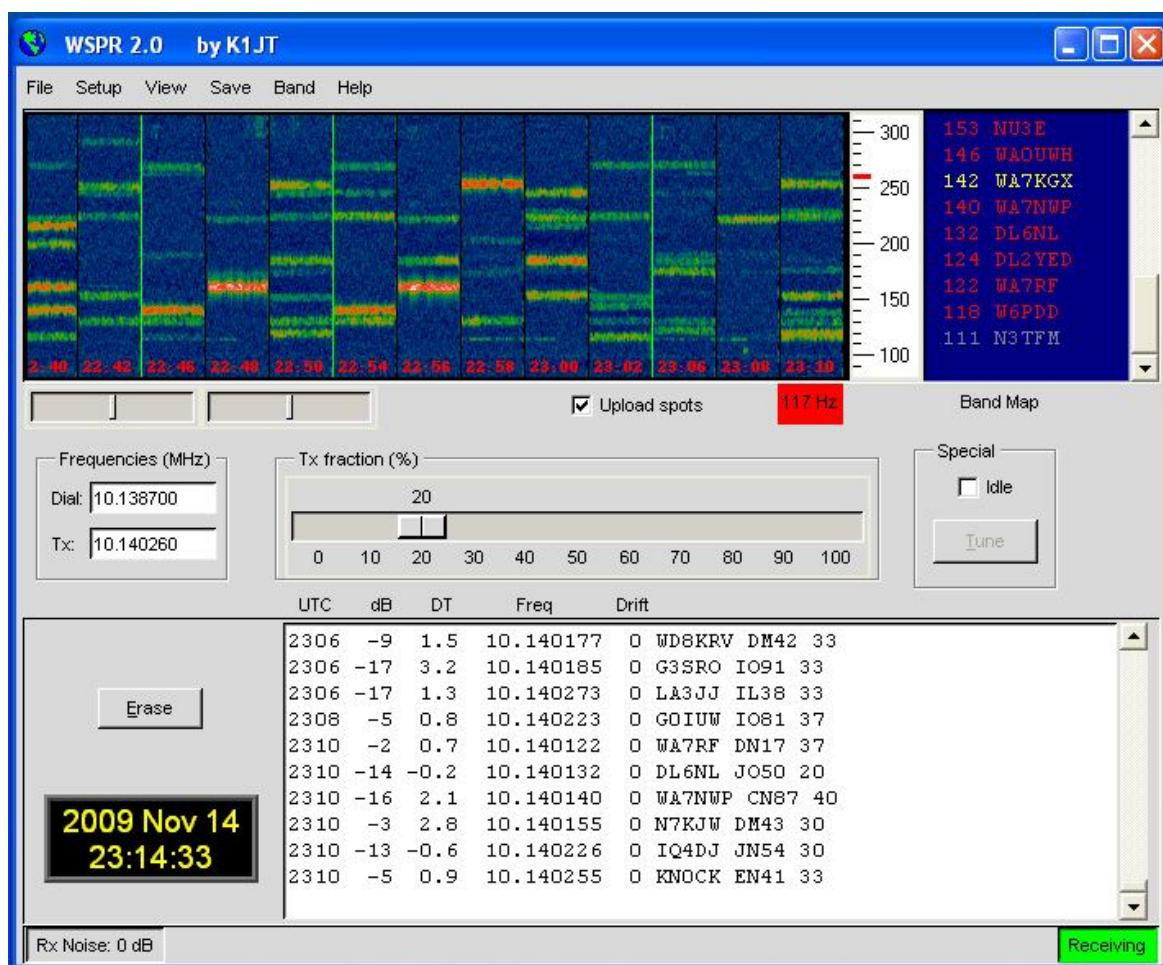
Для Ubuntu Linux устанавливаете сетевой протокол синхронизации часов (протокол NTP - network time protocol), выбираете System | Administration | Time Date, выбираете ближайший сервер и затем Automatic Synchronization.

11. Если Вы имеете доступ в Интернет и желаете чтобы ваши сообщения автоматически загружались в WSPRnet, поставьте 'галочку' в окне **Upload spots**.

12. Чтобы начать нормальную работу очистите окно **Idle**. WSPR тогда начнет работать с началом следующей четной UTC минуты. После начала приема при помощи уровня входного сигнала Вашей звуковой карты установите уровень приема приблизительно 0 dB, который индицируется в левом нижнем углу главного экрана WSPR. В конце каждого двухминутного интервала приема, водопад обновляется, все WSPR сигналы декодируются, и текст появляются в главном окне.

Дополнительные детали

Главный экран



При нормальной работе ваш экран WSPR будет выглядеть, как указано выше. Декодер ищет все обнаруженные WSPR сигналы в участке 200 Гц диапазона и показывает их в водопаде спектрограммы, окне текста, и **Band Map**.

Спектрограмма охватывает узкий диапазон частоты (чуть больше чем 200 Гц) в вертикальном направлении; последние три цифры принимаемой частоты, в Гц, показаны на шкале справа. Спектрограмма по времени сдвигается слева направо. На стандартном компьютерном экране каждый двухминутный интервал соответствует приблизительно 1 см по ширине. Отрезки ваших собственных передач обозначены тонкими зелеными вертикальными линиями в спектрограмме.

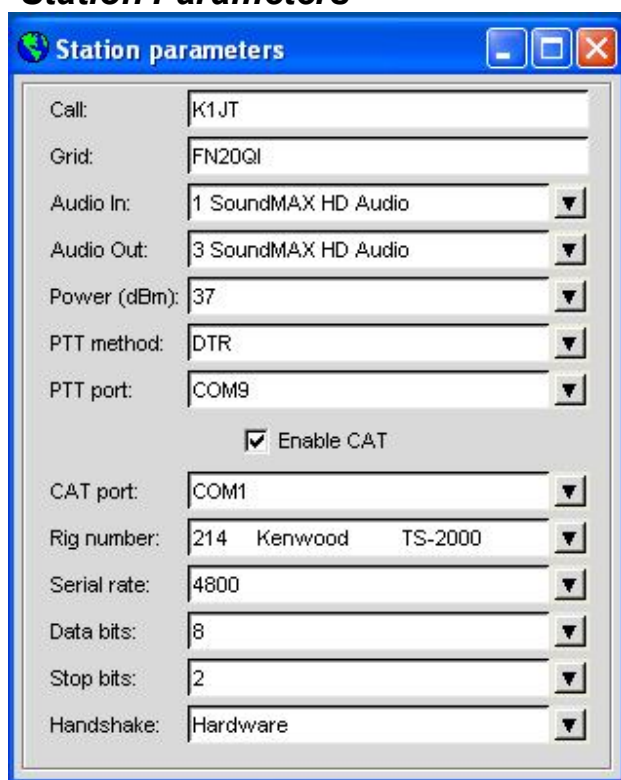
Каждый декодированный WSPR сигнал преобразуется в текст, показывая UTC, измеренное отношение сигнал/шум в dB (в полосе пропускания 2500Hz), ошибку синхронизации **DT** в секундах, измеренную частоту в MHz, скорость дрейфа в Гц/минута, и непосредственно декодированное сообщение.

Ошибка синхронизации более чем ± 2 секунды указывает на существенную ошибку установки часов в передающей или принимающей стороне, или возможно в обеих точках. Для лучшей синхронизации ваши компьютерные часы должны быть

точными в пределах ± 1 секунда. Дрейф частоты больше чем ± 1 Гц в минуту наиболее часто происходит в передатчике, и должен быть исправлен если возможно. Конечно, дрейфы приемника могли также вносить вклад в измеренный дрейф - но они легко различимы, потому что почти все сигналы, которые видны на спектрограмме, дрейфуют с такой же величиной.

Цвета декодированного сигнала в **Band Map** указывают истекшее время декодирования. Красный цвет указывает о том, что сигнал был декодирован в пределах 15 минут; желтый - 15-30 минут, светло-серый 30-45 минут, темно-серый 45-60 минут. Позывные, декодированные более часа назад, удаляются с **Band Map**.

Station Parameters



The screenshot shows a window titled "Station parameters" with a blue title bar and standard Windows window controls. The window contains a list of configuration fields:

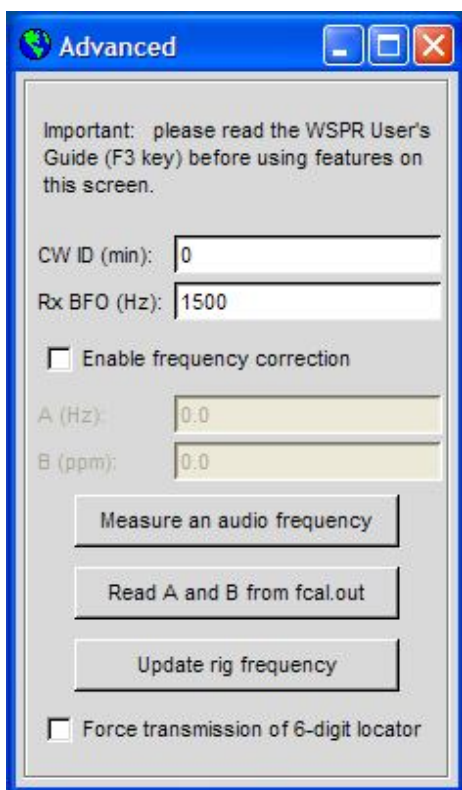
- Call: K1JT
- Grid: FN20QI
- Audio In: 1 SoundMAX HD Audio
- Audio Out: 3 SoundMAX HD Audio
- Power (dBm): 37
- PTT method: DTR
- PTT port: COM9
- ☒ Enable CAT
- CAT port: COM1
- Rig number: 214 Kenwood TS-2000
- Serial rate: 4800
- Data bits: 8
- Stop bits: 2
- Handshake: Hardware

Окно **Station parameters** не требует разъяснения. Позывные типа PJ4/K1ABC, W7/VE3DEF, и даже WA2XYZ/37 разрешаются, но должны использоваться только когда необходимо. Позывной с двумя дробями типа PJ4/K1ABC/P не поддерживается. См. Приложение В для дальнейших пояснений.

Как иллюстрировано в примере выше, допустимо использовать один последовательный порт для переключения прием/передача (через DTR или RTS) и второй последовательный порт для управления CAT. Используйте инструкцию вашего радио, чтобы определить правильные параметры управления CAT, включая **Serial rate**, **Data bits**, **Stop bits**, и **Handshake**. За исключением позывного и локатора лучше использовать данные установленные по умолчанию, чем вводить их вручную.

Установка Advanced

Окно **Advanced** может быть выбрано из меню **Setup** или нажатием клавиши **F7**



Если Ваша лицензия требует передачи вашего позывного в коде Морзе с определенным промежутком, Вы можете устанавливать интервал в поле **CW ID**. Ваш позывной будет передан CW в конце WSPR передач, в указанном интервале. Поскольку CW сигнал со скоростью 25wpm^{*2} использует в несколько раз большую полосу пропускания, чем WSPR сигнал, настоятельно рекомендуется, чтобы Вы **не** использовали **CW ID** если этого не требуется.

В самодельных трансиверах частота BFO (beat-frequency oscillator) может отличаться от обычной 1500 Гц, используемой для SSB трансиверов. Вы можете ввести нестандартную величину в поле **Rx BFO (Hz)**.

Много современных трансиверов используют задающий генератор от которого синтезируются другие частоты. Если генератор работает с погрешностью, то все остальные частоты будут выше или ниже необходимого значения.

В приложение С описывается простая процедура для определения, может ли ваше радио быть калибровано должным образом, и если так, как определить калибровку постоянных **A** и **B**. Тогда, если Вы используете CAT, Вы можете улучшать точность ваших переданных и полученных частот, вводя эти поправки в **Enable frequency correction** в окне установки **Advanced**. Частоты, управляющие трансивером, будут скорректированы согласно вашей калибровки. Кнопка **Measure an audio frequency** может быть полезна в определении величин **A** и **B**. (См. Приложение С для деталей.) При использовании контроля CAT, Вы можете выполнять команду установки частоты, кликнув на **Update rig frequency**.

Форматы специальных сообщений

Нормальные WSPR сообщения состоят из позывного, локатора, и уровня мощности в dBm. Эти сообщения всегда присутствуют. Однако, дробный позывной (то есть позывной с добавлением дополнительного префикса и т.д.) не может вписываться в 28 бит, отведенные для стандартного сообщения. Точно так же локатор с 6 цифрами не может вписываться в 15 бит. Сообщения, использующие эти компоненты, посылаются, используя последовательность с двумя передачами. Например, при позывном PJ4/K1ABC, локатором с 6 цифрами - FK52UD, и мощностью равной 37 dBm сообщение будет послано в чередующихся передачах:

PJ4/K1ABC 37
<PJ4/K1ABC> FK52UD 37

Если Вы собираетесь использовать 6-значный формат локатора, то сделайте пометку в окошке **Force transmission of 6-digit locator**. Если позывной - K1ABC, QRA локатор - FN42AX, и мощность 37 dBm, следующие сообщения будут тогда посланы в чередующихся передачах:

K1ABC FN42 37
<K1ABC> FN42AX 37

Позывной заключенный в угловых скобках посылается как 15-битный хэш-код. Если такой код получен другой станцией прежде, чем был получен полный позывной, это будет показано как <...> на декодируемой линии текста. Как только полный позывной будет получен, декодер его распознает и заменит пробел. Два очень различных позывных могут иметь одинаковый хэш-код, но такие совпадения практически должны встречаться редко.

Пожалуйста, обратите внимание, что сообщения с дробным позывным или с 6-значным локатором не декодировались правильно WSPR версиями ранее чем 2.0. Дальнейшие детали относительно форматов сообщения могут быть найдены в Приложении В, и в WSPR исходном коде.

Разное

Для лучшей работы уровень фонового шума, входящий в компьютер, должен быть отрегулирован таким образом, чтобы в нижнем окне WSPR был установлен приблизительно нулевой уровень. Отклонения уровня на ± 10 dB от номинальных 0 dB не будут сильно снижать возможность декодирования. Идея состоит в том, чтобы исходный уровень шума был достаточен для аналого-цифрового преобразования и не принимался в расчёт, но чтобы был незначительным для соответствующего динамического диапазона. Уровни сигнала, принятые WSPR расшифровывают измеренное отношение уровня сигнала к среднему уровню шума, вычисленное в полосе пропускания 2500 Гц. В широких пределах, это отношение независимо от измеренного Rx шумового уровня.

В большинстве случаев полоса пропускания приемника, для SSB сигнала, составляет 2.4 кГц. Более узкие полосы пропускания приемлемы, если Вы имеете проблемы с сильными помехами вне 200 Гц полосы пропускания WSPR. Нет никакого преимущества в использовании полосы пропускания всего 200 Гц, так как WSPR делает это на программном уровне.

Обычно не критично является ли АРУ (AGC) включенным или нет. Можно добиться желаемый звуковой уровень, уменьшая усиление по НЧ (RF gain.). Это означает, что АРУ будет активировано только в случае, если появится сильный громкий сигнал. Медленный режим АРУ (AGC slow) не желателен для WSPR.

WSPR работает хорошо с Microsoft Vista, но Вы должны учесть, что Vista критична с разрешением установки программ. Если Вы устанавливаете WSPR по умолчанию, C:\Program Files\WSPR, Вы должны выключить пользовательский контроль и установите программу в нестандартной директории по Вашему выбору, например, C:\hamprogs\WSPR.

Некоторые пользователи хотели бы использовать несколько копий WSPR на том же самом компьютере. Это легко делать, просто делая копию директории, в которой была установлена программа.

Чтобы быть хорошим гражданином WSPRnet сообщества, необходимо настроить работу так чтобы споты, которые вы посылаете в базу данных, были достоверными. Проверьте, чтобы частота и мощность, которую Вы установили, были правильными. Когда Вы переходите на другой диапазон лучшая процедура, чтобы избежать посылки спота с неправильным диапазоном это:

- Помечают **Idle** в окошке
- Дождаться появления в левой нижней части надписи "**Waiting to start**"
- Если "**Decoding**" индицируется в этом месте, подождите пока она исчезнет и затем подождите еще 30 секунд, чтобы убедиться, что ваше сообщение в WSPRnet завершено
- Изменяйте диапазоны в WSPR и на вашем трансивере, если CAT не используется
- Снимите 'галку' в **Idle** окне

Linux, FreeBSD, Макинтош, и исходный код

WSPR имеет открытый исходный код разработанный независимо для большинства платформ. Click-to-install двоичный пакет программ доступен для Windows и Ubuntu Linux. Двоичные пакеты для других UNIX-подобных операционных систем, вероятно, станут доступными в будущем.

Для Ubuntu 8.10, 9.04, 9.10, и других недавних 32-битовых Debian систем Вы можете загрузить файл установки в <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wspr.html>. Чтобы установить и выполнить WSPR, поместите загруженный файл в вашу домашнюю директорию, и выполните следующее в окне командной строки при необходимости замените правильное число как показано:

```
$ sudo dpkg -i wspr_2.00r1714_i386.deb
cd $ WSPR
$ ./wspr
```

Много операторов, использующих другие дистрибутивы Linux, FreeBSD, Macintosh OS X, и Windows (с MinGW пакетом разработки) регулярно собирают WSPR от его исходного кода. Самые последние версии исходного кода (также как все предыдущие версии) доступны в SVN репозитории^{*3} на <http://developer.berlios.de/projects/wsjt/>.

WSPRnet

Чтобы получить доступ к ресурсам WSPRnet, наберите в вашем браузере <http://wspnet.org/>. Этот превосходный сайт разработан и обслуживается Брюсом Валкером (Bruce Walker), W1BW. Сайт обеспечивает режим чата ([Chat](#)), доступ к полдиапазонному счетчику станций посылающих WSPR споты за последний час ([Activity](#)), карты мира ([Map](#)), показывающей активные WSPR станции и трассы распространения сигнала, а также доступ к архиву базы данных ([Database](#)), и к статистическим данным ([Stats](#)), полученных из принятых спотов. У карты можно менять масштаб, панорамирование и Вы можете выбрать место, с которого Вам удобно просматривать ее. Примеры веб страницы WSPRnet, карта мира, и некоторая статистика базы данных показываются ниже и на следующих страницах.

WSPRnet
Weak Signal Propagation Reporter Network

Chat | Activity | Map | Database | Stats | Forum | Downloads | User Info

Special Activities

Activity period 0000-2359 UTC

11 November 15m and 160m

18 November 12m and 80m
25 November 10m and 60m
2 December 17m and 160m

Band pairs designed to provide both daytime and night-time opportunities.

If unable to TX on a particular band please consider providing reception reports.

Spot Count

12,971,092 total spots
48,456 in the last 24 hours
2,494 in the last hour

Frequencies

USB dial (MHz): 0.5024, 1.8366, 3.5926, 5.2872, 7.0386, 10.1387, 14.0956, 18.1046, 21.0946, 24.9246, 28.1246, 50.293, 144.488

k1jt

- My account
- Create content
- Log out

LA3JJ Fuerteventura uploads

Submitted by LA3JJ on Wed, 2009/11/11 - 07:12

Was not able to upload manually so some of the files are included here as attachment:

LA3JJ's blog Add new comment 2 attachments

WSPR - What a Trip.

Submitted by WA7KGX on Fri, 2009/11/06 - 14:45

I've been in Ham Radio since the 1960s. I was active on RTTY in the 1970s with a microprocessor based bit banging terminal using modified Sidereal Muicronet II hardware.

The unique tools provided by the WSPR system have awakened my interest in HF propagation and antenna issues. I finally put up a 130 foot Van Gordon dipole I bought some ten years ago, and put my Dentron SuperTuner back together.

Now I understand why hitting Europe from the Oregon Rainforest is so tricky - it's the auroral oval that is in the way.

Active forum topics

- If at first.....
- Power readings
- Application to analyse WSPR
- Illegal operation, WIN98
- Is it? or Isn,t it?
- Incorrect trans-Atlantic 500KHZ spot
- wspr-linux on Ubuntu 9.10
- Anyone know anything about.
- WSPR animated GIF banner
- 30M now @ 25 uWatts

Recent comments

- Re: Settings
1 hour 53 min ago
- Re: If at first.....
1 hour 38 min ago
- Re: Application to analyse WSPR
3 hours 32 min ago
- Power settings
8 hours 14 min ago
- Power readings
8 hours 3 min ago
- Ignore the above
11 hours 31 min ago
- Re: Power levels
15 hours 33 min ago
- Re: Application to analyse

Приложение А: Таблица преобразования, Ватты в dBm

0	dBm = 0.001 W
3	0.002
7	0.005
10	0.01
13	0.02
17	0.05
20	0.1
23	0.2
27	0.5
30	1
33	2
37	5
40	10
43	20
47	50
50	100
53	200
57	500
60	1000

Приложение В: Спецификации WSPR протокола

- Стандартное сообщение: позывной + локатор с 4 цифрами + dBm

K1ABC FN20 37

- Сообщения с дробным позывным и/или локатором с 6 цифрами используют две последовательные передачи. Первая передача содержит позывной и уровень мощности, или обычный позывной, локатор с 4 цифрами, и уровень мощности; вторая передача несет урезанный позывной, локатор с 6 цифрами, и уровень мощности. Примеры:

PJ4/K1ABC 37

<PJ4/K1ABC> FK52UD 37

K1ABC FN42 37

<K1ABC> FN42AX 37

Дробные префиксы могут быть до трех алфавитно-цифровых знаков; добавочные суффиксы может быть единственная буква или одна или две цифры.

- Стандартное сообщение, после не имеющих потерь сжатия, состоит из 28 бит для позывного, 15 для локатора, 7 для уровня мощности - всего 50 бит. Дальнейшие детали содержатся в исходном коде, доступном <http://developer.berlios.de/projects/wsjt/>.
- Передовое исправление ошибки (Forward error correction - FEC): свёрточное кодирующее устройство кодируют с ограничения длиной $K=32$, rate $r=1/2$.
- Число двоичных символов канала: $n_{\text{sym}} = (50+K-1) \mu$ от 2 до 162.
- Разряд кодирования: $12000/8192 = 1.4648$ бод.
- Модуляция: непрерывная фазовая 4-FSK стадия, отдельный тон 1.4648 Гц.
- Занятая полоса пропускания: приблизительно 6 Гц
- Синхронизация: 162-битовый псевдослучайный синхронизирующий вектор.
- Структура данных: каждый символ канала передает один младший значащий бит (LSB) символа и один старший значащий бит (MSB) данных.
- Продолжительность передачи: $162 \mu 8192/12000 = 110.6$ с.
- Передачи начинаются в первую секунду каждой четной UTC минуты: то есть, в hh:00:01, hh:02:01...
- Минимальный уровень сигнал/шум (S/N) для приема: около -28 dB по WSJT шкале (при полосе пропускания 2500 Гц).

Дальнейшие детали относительно структуры WSPR сообщений

На пользовательском уровне, WSPR сообщения может иметь один из трех возможных форматов, иллюстрированных следующими примерами:

Тип 1:	K1ABC FN42 37
Тип 2:	PJ4/K1ABC 37
Тип 3:	<PJ4/K1ABC> FK52UD 37

Тип 1 содержит обычный позывной, 4-значный локатор и уровень мощности в dBm. Тип 2, пропускает локатор, но включает полный позывной, в то время как тип, 3 заменяют позывной 15-битным хэш-кодом, 6-значный локатор и уровень мощности в dBm. Уплотнение без потери данных сжимают все три типа сообщения точно в 50 бит пользовательской информации. Обычный позывной требует 28 бит и локатор с 4 знаками - 15 бит. В 1-ом типе остающиеся 7 бит отображают уровень мощности. В типах 2 и 3 эти 7 бит передают уровень мощности наряду с продлением или переопределением областей, обычно используемых для позывного и локатора. Вместе, эти методы сжатия составляют “статистическое кодирование” пользовательского сообщения в самое маленькое возможное количество бит.

После статистического кодирования, избыток (redundancy^{*4}) добавлен в форме сильной ошибки, исправляющей код (ECC^{*5}). WSPR использует код свёрточного кодирующего устройства с длиной ограничения $K=32$ и коэффициентом $r=1/2$.

Процедура скручивания продлевает 50 пользовательских бит в общее количество $(50 + K - 1) \times 2 = 162$ одно-битных символов. Чередование применяется, чтобы скремблировать^{*6} порядок этих символов, таким образом минимизируя эффект коротких всплесков ошибок на приеме, которые могут быть вызваны QSB, QRM, или QRN. Символы данных объединены с равным числом синхронизирующих символов, псевдослучайный образец 0's и 1's. 2-битовая комбинация для каждого символа это величина, определяющая который из четыре возможных тонов использовать, чтобы передать в любом определённом интервале символа. Информация данных принята как наиболее существенная часть, сигнал синхронизации наименее существенен. Таким образом, на 0 - 3 шкале, тон для данного символа – двойная величина (0 или 1) бит данных, плюс бит синхросигнала.

Некоторые произвольные выборы определяют дальнейшие детали упаковки сообщения и заказа канала символов. Эти выборы лучше описать с фактическими примерами, и что касается исходного кода, то для облегчения работы с WSPR протоколом другими программистами, программа была написана на Фортране, которая иллюстрирует зашифровывание и процедуру расшифровки и приведены примеры для каждой стадии. Компилируемая версия этой программы для Windows доступна на <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPRcode.exe> в полном исходном коде может быть найдена в WSJT репозитории. Пример вызова процедуры или функции для сообщения “K1ABC FN42 37” показан на следующей странице. WSPR передатчик должен генерировать частоты, соответствующие номерам присвоенных для канала символов, где 0 - самый низкий тон частоты и 3

самый высокий.

C:\wspr > WSPRcode " K1ABC FN42 37 "
Сообщение: K1ABC FN42 37

Кодируемое источником сообщение (50 бит, шестнадцатиричный код): F7 0C 23 8B 0D 19 40

Данные:

```
1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0
1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0
1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1
1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0
1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1
```

синхронизация:

```
1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1
1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1
1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1
0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0
1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0
```

Канал:

```
3 3 0 0 2 0 0 0 1 0 2 0 1 3 1 2 2 2 1 0 0 3 2 3 1 3 3 2 2 0
2 0 0 0 3 2 0 1 2 3 2 2 0 0 2 2 3 2 1 1 0 2 3 3 2 1 0 2 2 1
3 2 1 2 2 2 0 3 3 0 3 0 3 0 1 2 1 0 2 1 2 0 3 2 1 3 2 0 0 3
3 2 3 0 3 2 2 0 3 0 2 0 2 0 1 0 2 3 0 2 1 1 1 2 3 3 0 2 3 1
2 1 2 2 2 1 3 3 2 0 0 0 0 1 0 3 2 0 1 3 2 2 2 2 2 0 2 3 3 2
3 2 3 3 2 0 0 3 1 2 2 2
```

декодируемое сообщение: K1ABC FN42 37

ntype: 37

Приложение С: Калибровка частоты

Цифровое считывания частоты современных синтезируемых радио зависит от точности задающего генератора. Если частота этого генератора сбита даже на несколько миллионных долей (ppm - parts per million), это может значительно ухудшать точность ваших спотов WSPR и частот передачи. WSPR 2.0 имеет встроенные возможности, которые помогут вам измерить и произвести калибровку постоянных для вашего радио - все сделано на программном уровне.

Быстрая процедура калибровки с двумя частотами

Следующая процедура должна работать для наиболее современных радио. Вам необходим доступ к двум сигналам известной частоты - идеально один в низкочастотном диапазоне, к примеру, 3 МГц или меньше, и другой, по крайней мере, в несколько раз выше. Для пользователей расположенных в Северной Америке хорошо подошли бы сигналы WWV на 2.5 и 10 МГц, как показано ниже. В других частях света Вы можете, вероятно, иметь все еще доступ к WWV на 10 МГц, и для низкой частоты Вы могли использовать стандартную AM радиостанцию. Конечно, можно предложить много других известных частот^{*7}.

1. Включите приемник в USB режиме с выключенной расстройкой (RIT Receiver Incremental Tuning) и наберите частоту $f_1 = 2.500$ МГц (или это может быть известная Вам частота другой станции). Приемник должен быть полностью прогретый.
2. Включите RIT и установите -1500 Гц
3. Переведите WSPR, в режим **Idle**, щелкните **Measure an audio frequency** в окне **Advanced**.
4. Вычитите 1500 Гц из измеренной звуковой частоты, сообщенной в окне консоли WSPR, и запишите результат как ошибку d_1 .
5. Повторить шаги 1-4 для второй станции стандартной частоты. Вы должны теперь иметь две пары чисел : (f_1, d_1) and (f_2, d_2) . Обратите внимание, что f_1, f_2 измеряются в МГц, а d_1, d_2 - в Гц.
6. Теперь решите следующую систему линейных уравнений (которую Вы проходили некогда в средней школе):
$$d_1 = A + B f_1$$
$$d_2 = A + B f_2$$

Требуемая постоянная калибровки находится

$$B = (d_2 - d_1) / (f_2 - f_1)$$

$$A = d_1 - B f_1$$

7. Пример с числами: звуковые измерения частоты с моим TS-2000 были 1505.49 Гц на 2.5 МГц сигнал WWV, и 1515.01 Гц на 10 МГц. Таким образом $f_1 = 2.5$, $d_1 = 1505.49 - 1500 = 5.49$, $f_2 = 10.0$, and $d_2 = 1515.01 - 1500 = 15.01$. вычисления дают результат

$$B = (15.01 - 5.49) / (10.0 - 2.5) = 1.269 \text{ ppm}$$

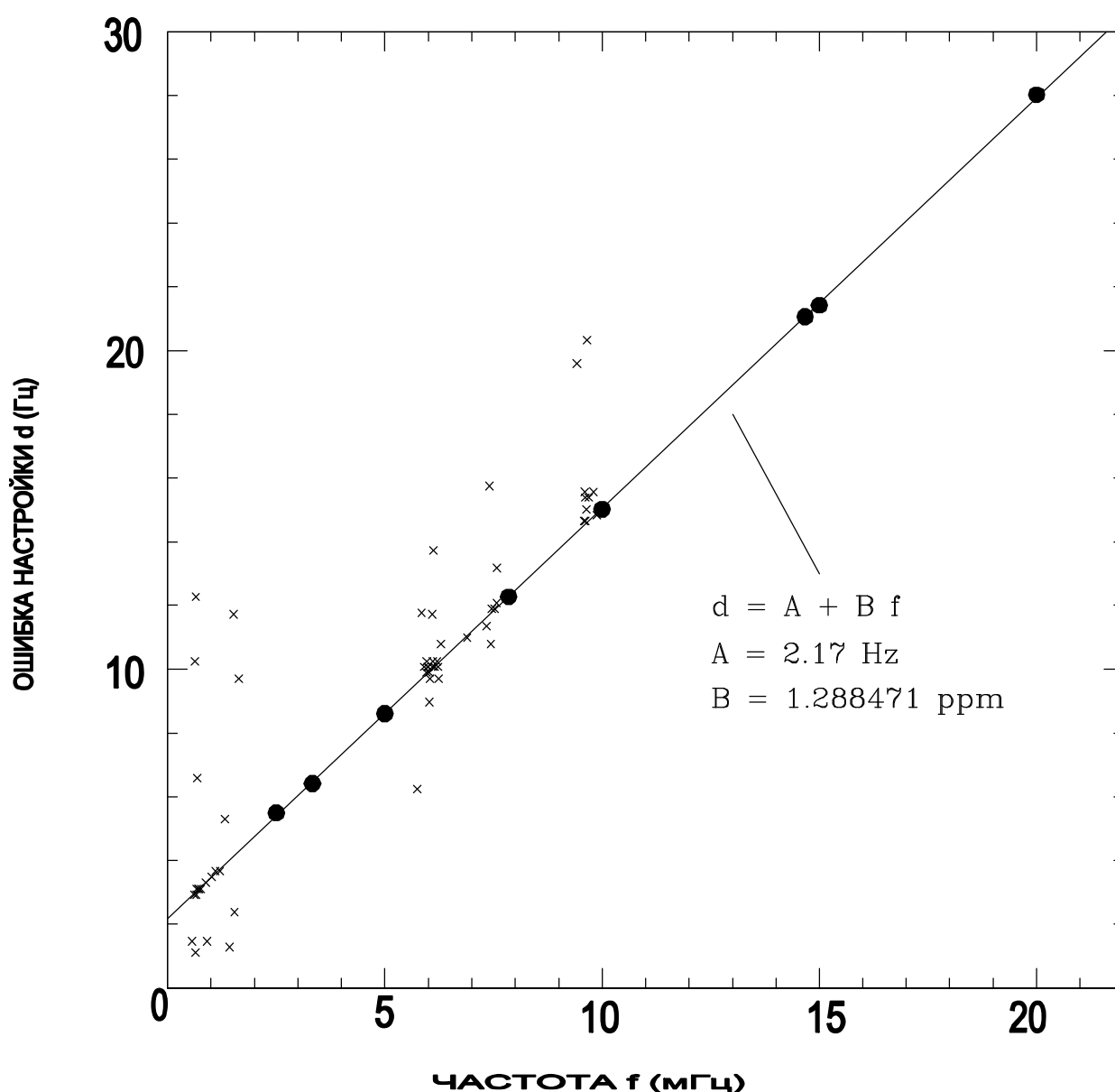
$$A = d_1 - B f_1 = 2.32 \text{ Hz}$$

8. Альтернативно, A и B могут быть рассчитаны, используя программу fcal (см. следующую главу "Более полная калибровка").

9. Когда Вы будете удовлетворены вашими результатами - повторяемыми и надежными, введите значения **A** и **B** в окно диалога **Advanced**.

Более полная калибровка

Рисунок, воспроизведенный ниже иллюстрирует результаты о работе часа с моим Kenwood TS-2000. Я сделал измерения как описано выше в шагах 1-4 , и повторил их для 68 различных станций. Первые 8 из них были стандартные радиопередачи частоты WWV (США) на 2.500, 5.000, 10.000, 15.000, и 20.000 мГц и CHU*⁸ (Канада) на 3.330, 7.850, и 14.670 мГц. Эти измерения показаны как заполненные круги на графике. Легко видеть, что измерения, проведенные для восьми сигналов стандартной частоты, укладываются в прямую линию.



Остающиеся измерения были сделаны для обычных АМ и радиовещательных радиостанций выбранных более или менее наугад. В Северной Америке радиовещательные радиостанции располагаются каждые 10 кГц. Большинство таких радиостанций располагаются в таком же порядке, хотя некоторые и с шагом в 5кГц. Полезны те станции, которые излучают звуковые частоты близкие к 1500 Гц, тогда трансивер легко настроить и установить RIT на -1500Гц. Измерения для этих 60 радиостанций нанесены как маленькие крестики на рисунке. При моих измерениях, две трети радиостанций находились в пределах 1 Гц от их назначенной частоты (несколько – целых 5-10 Гц). Отбрасывая наиболее несоответствующие измерения, Вы можете калибровать довольно хорошо, используя их или подобную им группу радиостанций.

Простая программа командной строки `fcsl` включена в установочный пакет WSPR . Примерный файл, содержащий мои собственные измерения для WWV и CHU, включен как файл `fcsl.dat`. Если Вы используете программу командной строки, откройте окно ввода команды, измените директорию установки WSPR, и наберите команду “`fcsl fcsl.dat`”. Результаты должны быть такими:

```
C:\Program Files\WSPR> fcsl fcsl.dat
```

Freq (MHz)	DF (Hz)	Meas Freq (MHz)	Resid (Hz)
2.500	5.49	2.500005490	0.10
3.330	6.41	3.330006410	-0.05
5.000	8.61	5.000008610	0.00
7.850	12.27	7.850012270	-0.01
10.000	15.01	10.000015010	-0.04
14.670	21.06	14.670021060	-0.01
15.000	21.42	15.000021420	-0.07
20.000	28.02	20.000028020	0.08

```
A:      2.17 Hz      B: 1.288471 ppm      StdDev:  0.07 Hz
err:    0.05          0.000016
```

Параметр **A** (измеренный в Гц) это отрезок, откладываемый на вертикальной оси координат; **B** - наклон линии, измеренной в частях на миллион. Эти результаты показывают, что оптимальная калибровка для моего TS-2000 будет при постоянных $A=2.17 \pm 0.05$ Гц и $B=1.288471 \pm 0.000016$ ppm. Стандартное отклонение измерений подобранной линии - менее чем 0.1 Гц, показывает, что измерения очень хороши, и линейное исправление при наборе частоты трансивера достоверно.

Вы можете использовать файл `fcsl.dat` как образец для подготовки файла с вашими собственными измерениями калибровки. Чтобы получить величины **A** и **B**, используйте ваше название файла в тексте команды программы `fcsl`, например

```
C:\Program Files\WSPR > fcsl mycal.dat
```

Щелкните кнопкой **Read A and B from fcsl.out** чтобы переместить установленные величины в графы для **A** and **B**.

Приложение D: Поиск неисправностей

Я не вижу никакие WSPR сигналы в водопаде спектрограммы.

1. помечено ли 'галочкой' окошко **Idle**?
2. Правильно ли Вы выбрали вашу звуковую карту (**Audio in**) в меню выбора **Station parameters**?
3. Аудио сигнал поступает в компьютер?
4. Уровень **Rx Noise** , показанный в нижней стороне окна WSPR в течение периода приема должен быть по крайней мере -10 dB. Если он достигает, например -30 dB, Вы должны отрегулировать входной уровень звуковой карты в меню операционной системы вашего компьютера и/или приемника.
5. Есть ли активные станции в выбранном диапазоне? Для новичков лучше попробовать 30 метровый диапазон, где много активных станций и хорошее прохождение. Проверьте страницу активных станций WSPRnet <http://wspnnet.org/drupal/wspnnet/activity>, чтобы узнать, сколько станций активно на диапазоне и где они расположены.
6. Ваш приемник - находится на правильной частоте и в USB режиме? Частота вашего трансивера должна соответствовать частоте указанной в окне **Dial**. Используйте сигнал стандартной частоты типа WWV, убедиться в точности калибровки вашего приемника и затем, если необходимо, при наборе частоты соответственно отрегулируйте приемник.

Я вижу следы WSPR в спектрограмме, но они не декодируются.

1. Ваши компьютерные часы установлены достаточно точно? Считывание времени программой WSPR должно быть в пределах приблизительно ± 1 секунда от правильного UTC.
2. Ваш приемник дрейфует по частоте? Если большинство WSPR сигналов в спектрограмме имеют характерный наклон следов или вверх или вниз, то частота Вашего приемника, вероятно, дрейфует слишком сильно. Попробуйте подождать минут тридцать, чтобы прогреть трансивер и стабилизировать этот дрейф.
3. Если Вы передаете, дополнительная высокая температура, произведенная передатчиком, может вносить существенный вклад в дрейф. Попробуйте уменьшить Вашу мощность или сократить цикл передачи **Tx fraction** так, чтобы Вы передавали менее часто.

Нет данных о декодирование моего сигнала в WSPRnet.org.

1. Возможно Ваш сигнал просто никем не принимается. Простая антенна и несколько ватт позволяют декодировать сигналы других станций на 30 метрах в дневное время. Увеличение мощности более 5 - 10 ватт не рекомендуется, поскольку нет недостатка в станциях на 30 м, и отсутствие данных о Вашей декодировке не связано с вашим уровнем мощности.
2. WSPRnet страница <http://wspnnet.org/drupal/wspnnet/activity> может показать, как много станций активно на диапазоне и где они расположены.
3. Ваш передатчик включен на передачу? Проверьте установку **PTT method** и **PTT port** или **CAT** в меню **Station parameters**
4. Ваш передатчик излучает сигнал? Используйте показания KCB метра или других устройств для измерения излучаемой мощности.

5. Если отсутствует выходной сигнал, проверьте, что Вы выбрали правильный **Audio out** звуковой карты в меню **Station parameters** . Вы можете изменить выходной уровень вашего звукового сигнала, регулируя его на панели вашего компьютера или увеличить выходной сигнал на Вашем трансивере (т.е. изменить уровень микрофонного усиления).
6. Вы используете режим USB в указанном 200 Гц WSPR диапазоне частоты? Если Вы не видите WSPR сигналы в водопаде или они не распространены равномерно выше и ниже частоты центра, то ваш трансивер не установлен на правильную частоту, или считывание частоты точно не откалибровано.

Мои споты других станций не появляются в базе данных WSPRnet.org.

1. Вы поставили 'галочку' в окне **Upload**? Учтите, что, если Вы использовали в меню **File** функцию декодирования сохраненных файлов, то опция **Upload spots** будет автоматически отключена.
2. Вы успешно расшифровываете WSPR сигналы? Вы должны видеть WSPR сообщения в основном окне WSPR, и позывной в вертикальной строке рядом с **Band Map** .

Мой локатор представлен только 4 цифрами в WSPRnet.org базе данных.

1. Вы ввели в 6 знаков локатора в меню **Station parameters**? Вы должны всегда ввести здесь все 6 знаков локатора.
2. Убедитесь, что на WSPRnet сайте в Вашем **account details** вы ввели 6-значный локатор.

CAT не работает должным образом с моим радио.

1. Ваше радио может требовать данные, которые указаны в **Setup**. Вы можете ввести дополнительные параметры установки, редактируя строку **Handshake** в меню **Station parameters**. Например, если Вам надо Handshake = Hardware и parity = Even (четность=четная), в строке **Handshake** должно стоять

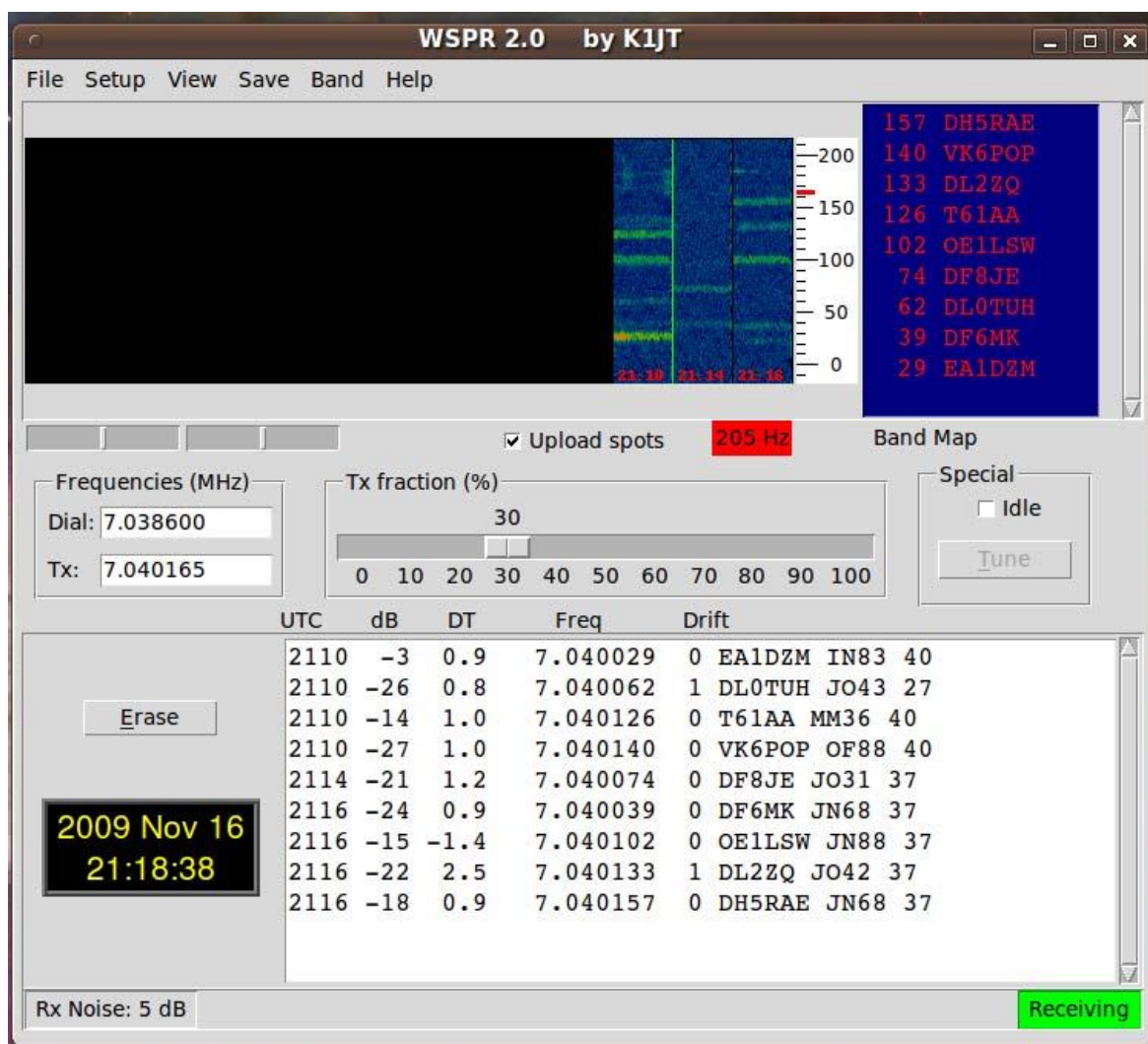
Hardware -C serial_parity=Even

2. Некоторые радио (например, Yaesu FT-450, FT-950 и FlexRadio 3000) не любят синхронизацию установленной по умолчанию программой rigctl. Управление CAT этих радио требует следующего текста в строке **Handshake**

Hardware -C write_delay=0

Я управляю WSPR под Linux, и ярлыки выше декодируемого текста плохо выровнены.

1. Детали изображения на экране зависят от конфигурации установки окна, установленных шрифтов, и т.д. Вы можете экспериментировать с шрифтами, редактируя файл `wsprrc`. Как альтернатива, попробуйте сделать резервным файл из `wsprrc` и затем копировать модифицированный файл `wsprrc.alt` в `wsprrc`. Пример экрана в OZ1PIF при управлении Ubuntu 9.04 показывается на следующей странице.



Все еще наличие проблем?

WSPRnet сообщество очень полезно и дружелюбно: можно общаться через форум в <http://wspnet.org/drupal/forum> или через рефlector [wsjtgroup*9@yahoogroups.com](mailto:wsjtgroup@yahoogroups.com)

Благодарности

Много людей внесли вклад в успех и популярность WSPR. Члены группы разработчиков WSJT, особенно G4KLA, OH2GQC, VA3DB, W1BW, W6CQZ, и JCDutton написали код, особенно коды адресных платформ portability issues. G3ZOD, LZ1BB, OZ1PIF, и VK3SB потратили много часов, помогая, отлаживая бету версию и подготавливая дистрибутивные пакеты. G3ZOD подготовил проект приложения D этого руководства. Большое спасибо всем!

Дополнительная информация от переводчика

Об авторе:

Джозеф Хотон Тейлор младший (англ. Joseph Hooton Taylor, Jr.); родился 29 марта 1941, Филадельфия, США— американский физик, лауреат Нобелевской премии по физике 1993 года «за открытие нового типа пульсаров, давшее новые возможности в изучении гравитации», совместно с Расселом Халсом. Своё открытие Рассел Халс и Джозеф Тейлор сделали в 1974 году, проводя наблюдения на радиотелескопе в Аресибо они впервые обнаружили двойной пульсар PSR B1913+16. В 1991 году измерения сокращающейся орбиты этой пары звёзд, образующих пульсар, дали подтверждение общей теории относительности, и возможность излучения этой системой гравитационных волн.

Награды

1980 — Премия Дэнни Хейнемана в области астрофизики

1985 — Медаль Генри Дрэпера

1991 — Медаль А. Эйнштейна Эйнштейновского научного общества

1992 — Премия Вольфа по физике

1993 — Нобелевская премия по физике

1997 — Медаль Карла Шварцшильда Немецкого астрономического общества



Также Джозеф Тейлор очень известен в радиолюбительских кругах. Он автор программы **WSJT** (Weak Signal communications by K1JT), предназначенной для повышения вероятности установления дальних радиосвязей в УКВ диапазоне, через отражения от ионизированных следов метеорных потоков (MS) или проведения радиолюбительских связей с отражением от Луны (EME), давшей возможность многим использовать EME связи с малой энергетикой. В последние годы программа WSJT успешно применяется для связи на KB (JT65a).

В тексте отмечены красной звездочкой * некоторые специфические термины, полный перевод которых излишне загромождал бы авторский текст, а также ссылки на информацию не указанную в авторском тексте.

(1) структура сохраненных файлов: ггммдд_GMT.wav ,например 091022_0436.wav означает что файл сохранен в 2009 году – 10 месяц – 22 число – в 0436z

(2) 25wpm = 125 знаков в минуту

(3) SVN - Switched Virtual Networks коммутируемые виртуальные сети repository - репозиторий (хранилище объектов баз данных и т.п.)

(4) redundancy - избыточность, дублирование, резервирование - методы защиты от сбоев путём дублирования основных устройств системы, добавлением избыточных данных в пересылаемое сообщение и т. п.

(5) ECC - (Error-Correcting Code) код с исправлением ошибок, корректирующий код

(6) scramble - скремблировать (шифровать путём перестановки и инвертирования участков спектра или групп символов)

(7) RWM Москва 4996 kHz - 5 kW и 9996 и 14996 kHz - 8 kW

(8) CHU - позывной радиостанции сигнала времени, используемой Институтом Национальных Стандартов Измерения Национального Совета Исследования Канады (частоты 3330 kHz, 7850 kHz, 14670 kHz)

(9) Для подписки на рефлектор напишите пустое письмо по адресу wsjtgroup-subscribe@yahoogroups.com

Буду благодарен за замечания по переводу на адрес jt65a@mail-on.us

73! Vlad UA6JD