

# **Сообщение о тестировании WSPR во Франции в период с июля 2008 г. по декабрь 2009 г.**

**Автор -F2MM, Jacques MEZAN de MALARTIC**

## **1. Введение.**

В середине 2008 года небольшая группа французских ультракоротковолновиков, проживающих в районе Парижа и других местах на удалении до 500 км от Парижа пришли к необходимости улучшения методики использования маяков для определения качества работы собственного сетапа.

Существующая сеть традиционных маяков не дает необходимой точности и отвечает только ограниченной части требований, поскольку прохождение часто существенно меняется во время отдельного испытания. Часто после установки антенны или каких-то других изменений приходится долго ждать, когда кто-нибудь появится в эфире и даст оценку, которая часто бывает субъективной. Главной целью нашей группы был поиск способа автоматического обмена рапортами с другим оператором о качестве приема сигнала каждой из сторон, при этом оператор не должен находиться все время у трансивера. Все эти рапорта в понятном формате и с необходимыми деталями должны отправляться через Интернет на заданный сайт и быть доступны для просмотра в реальном времени и сохраняться для последующего просмотра. Методика должна, например, позволить понять, почему рапорта с разных сторон одной радиолинии бывают несбалансированными, и помочь найти пути улучшения связи.

Большинство существующих на VHF маяков обычно устанавливается в местах, специально для них выбранных, на высоких холмах с открытым горизонтом. В тоже время у любительских радиостанций того же района могут быть совсем другие условия расположения, что может дать неправильное представление о возможности радиосвязи с данным районом. Возможность использования каждым радиолюбителем своего трансивера в качестве временного автоматического «маяка» с небольшой излучаемой мощностью могло бы существенно улучшить ситуацию.

Учитывая, что аналогичная сеть существует на HF (WSPRnet.org), предполагалось провести тесты с использованием протокола WSPR и сайта WSPRnet.org по крайней мере на 2 метрах для оценки выгоды этой системы на VHF. Для таких тестов предложен специальный частотный канал одобренный на последней конференции 1 района IARU в Цавтате (Cavtat).

## **2. Выбор WSPR:**

Быстрое развертывание, начиная с апреля 2008 года, сети WSPR по всему миру, особенно на диапазоне 30 метров, давало возможность предположить возможность аналогичного развития сети на других диапазонах, в том числе на 2 метрах без модификации существующего протокола. Было установлено, что этот протокол обладает всеми необходимыми параметрами и его эффективность оптимизирована:

- очень узкий спектр сигнала, позволяющий одновременную передачу нескольких сигналов в узкой полосе частот в поддиапазоне, предназначенном для маяков
- возможность анализа сигналов с уровнем много ниже уровня шумов позволяет использовать небольшую мощность передачи
- постоянно работающая система регистрации, базирующаяся на Интернет.

### **2.1. Общее описание**

Аббревиатура WSPR (произносится «виспер» ("Шепот", прим. переводчика) обозначает «Репортер прохождения слабых сигналов». Эта система разработана

группой Джо Тэйлора (Joe Taylor, K1JT), хорошо известная своей разработкой программы WSJT.

Сигналы WSPR содержат позывной, QTH локатор, мощность передатчика. Используется узкополосная модуляция 4-FSK с предварительной коррекцией ошибок. Протокол позволяет детектировать сигналы с уровнем до -28дБ ниже уровня шумов в полосе 2500 Гц. Традиционные виды модуляции требуют значительно лучшего соотношения сигнал-шум в той же полосе, SSB не менее 5 дБ, CW не менее -18 дБ, что теоретически дает преимущество WSPR на 10 дБ по сравнению с CW и на 33 дБ по сравнению с SSB.

## **2.2. Основные технические данные**

Сеанс передачи (и соответственно приема) имеет длительность 2 минуты

Сеансы начинаются в четные минуты UTC

Соотношение сеансов Tx/Rx может устанавливаться от 20% до 50% (реально в программе от 0% до 100% зам. переводчика)

Последовательность сеансов Tx/Rx имеет случайную организацию для устранения повторения коллизий сигналов

Стабильность частоты должна быть лучше 1 Гц в мин. (по разъяснению K1JT предельная нестабильность  $\pm 3$  Гц в мин зам. переводчика).

Допускается полная мощность в режиме SSB, синусоидальный сигнал с частотой модуляции 1500  $\pm$  100 Гц.

Точность установки времени лучше 1 сек. (на практике декодируются сигналы с расхождением до 3 секунд)

Ширина полосы сигнала около 6 Гц

Анализируется принимаемый в полосе 200 Гц сигнал.

Число одновременно принимаемых сигналов – до 20.

## **2.3. Частотный план.**

Для WSPR активности на каждом HF диапазоне используется один канал с шириной полосы 200 Гц. Это кажется, вполне разумным и обеспечивает при использовании современных трансиверов одновременную работу в эфире тысяч радиолюбителей по всему миру. На VHF, в частности на диапазоне 2 метра, может потребоваться большая полоса, чтобы гарантировать работу существующего парка трансиверов, если они не откалиброваны с точностью до 10 Гц. Было принято соглашение, что полоса шириной 1 кГц с центром 144.4895 МГц будет освобождена для таких приложений. (Тем не менее, программа принимает сигналы в полосе 200 Гц, прим. переводчика). Это подразумевает настройку трансивера на 144.488 МГц в режиме USB и модуляцию звуковым сигналом в районе 1.5 КГц.

Все тесты были проведены в первом регионе IARU в этом узком канале. Метод калибровки частоты настройки трансиверов можно найти в инструкции пользователя для WSPR 2.0, которую можно найти на сайте WSPRnet (<http://wsprnet.org/drupal/>).

Однако, на диапазоне 2 метра может потребоваться дополнительные действия для достижения необходимого центрирования при использовании такой калибровки. (Метод калибровки основан на приеме нескольких HF стандартов частоты (в Москве RWM на частотах 4,996 МГц, 9,996 МГц и 14,996 МГц) прим. переводчика).

## **2.4. Организация сети приема результатов измерений**

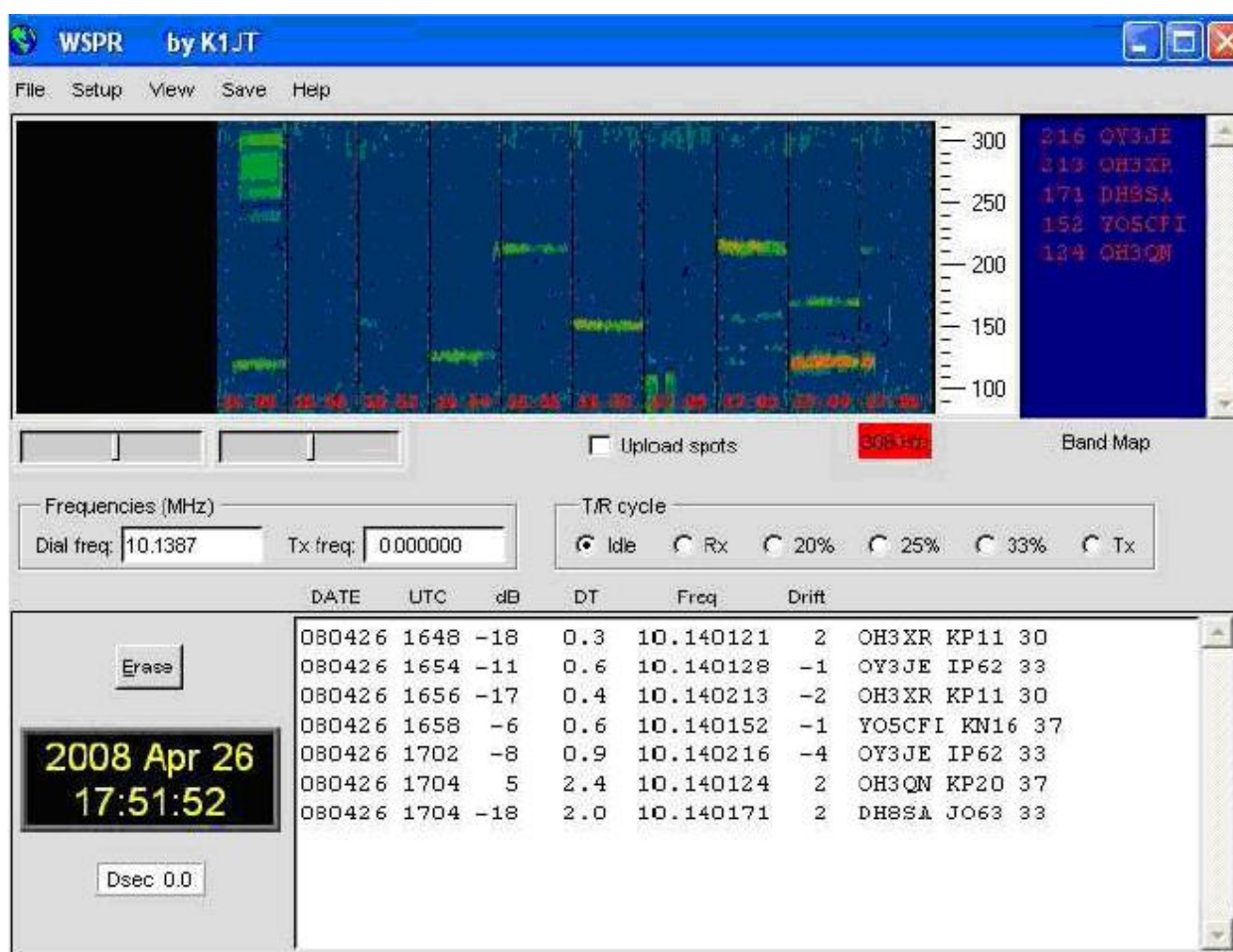
Передаваемая информация содержит данные о местоположении станции (позывной и грид-локатор), а также выходную мощность (выраженную в дБм). Для упрощения сравнения предполагается, что для каждой из сторон усиление антенны, потери в кабеле и путь сигнала одинаковые. На приемной стороне измеряется и запоминается отношение сигнал-шум S/N (SNR), частота, уход частоты и несовпадение времени. Все

эти данные могут автоматически передаваться после декодирования каждого сеанса по назначенному адресу через Интернет в базу данных WSPRnet. Данные могут также быть сохранены локально и переданы позже в базу данных WSPRnet. База данных обновляется каждые 2 минуты. Так как данные передаются по всем диапазонам и со всего мира, обычно для просмотра используются фильтры по диапазонам, по дате, по позывному (есть много и других фильтров, облегчающих пользование базой. прим. переводчика). Выбранные данные при необходимости могут быть получены в соответствующем формате для последующего отдельного анализа и статистики с помощью специальных таблиц (электронные таблицы Excel).

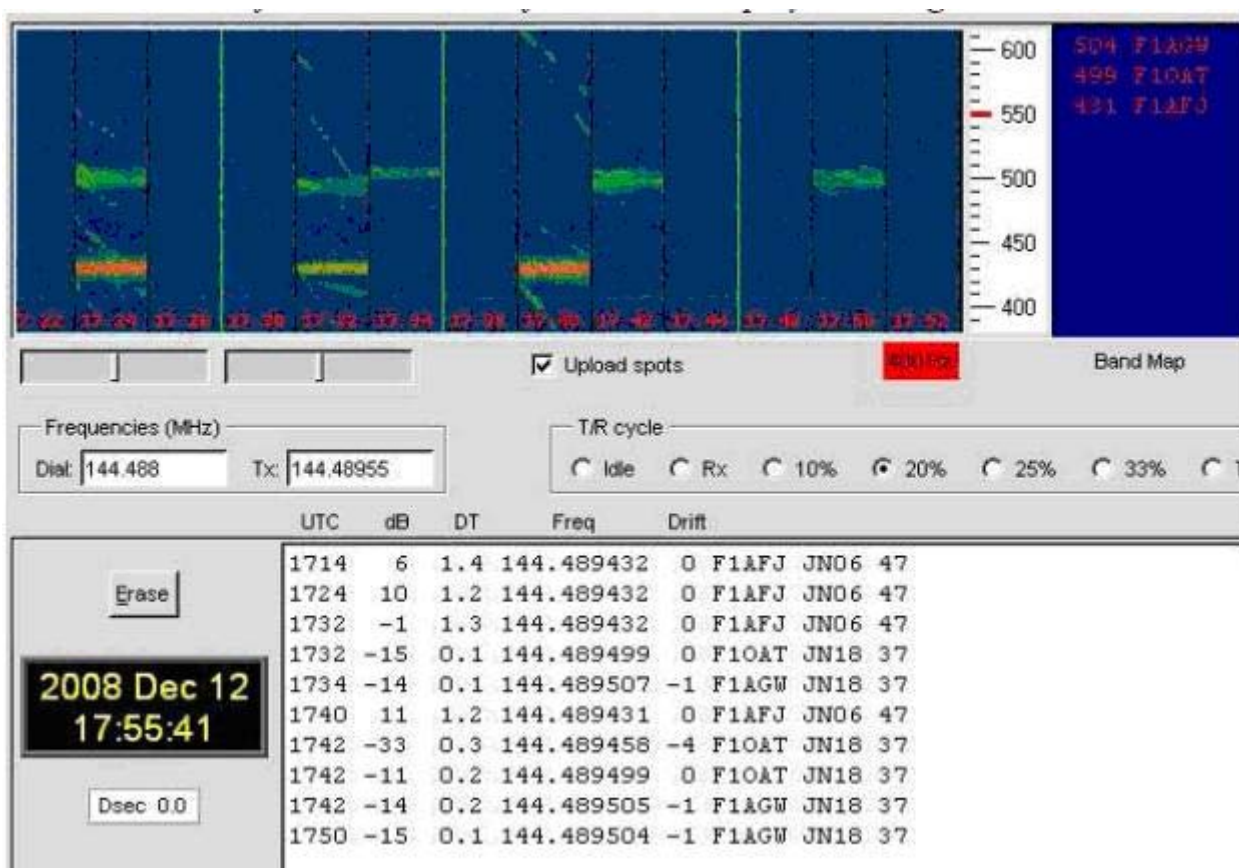
## 2.5. Пример экрана программы

На приведенных далее картинках представлены типичные экраны программы с отображением результатов нескольких сеансов приема. В центральной части экрана текстовая информация, которую в дальнейшем можно будет получить из базы WSPRnet.

Активность на диапазоне 30 метров в режиме «только прием»:



Активность на диапазоне 2 метра в режиме «прием и передача». Результаты получены F6BYJ в квадрате JN05fs. Вертикальные зеленые линии обозначают сеанс передачи:



Сообщения только от одной радиостанции (F1VL in JN03rx) только на 2 метрах.  
Расстояние между станциями и азимут антенны вычисляются и отображаются.

## Spot Database

[Specify query parameters](#)

Using spot archive (no automatic refresh). 100 spots:

Timestamp	Call	MHz	SNR	Drift	Grid	Pwr	Reporter	RGrid	km	az
2008-12-10 11:08	F6ABJ	144.489513	-17	-1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-10 11:08	F6ABJ	144.489493	-21	-4	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-10 11:04	F6ABJ	144.489514	-15	0	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-10 10:28	F6ABJ	144.489510	-13	0	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-10 10:20	F6ABJ	144.489505	-19	1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-10 10:20	F6ABJ	144.489519	-25	-1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-09 21:02	F6ABJ	144.489516	-12	-1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-09 20:20	F6ABJ	144.489515	-17	1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-09 20:08	F6ABJ	144.489515	-14	1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-09 20:02	F6ABJ	144.489517	-14	1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-09 19:02	F6ABJ	144.489515	-20	-1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246
2008-12-05 13:46	F1AFJ	144.489503	-20	0	JN06ht	10	F1VL	JN03rx	322	168
2008-12-05 13:14	F1AFJ	144.489502	-22	0	JN06ht	10	F1VL	JN03rx	322	168
2008-12-05 12:36	F6BYJ	144.489534	-12	0	JN05fs	10	F1VL	JN03rx	214	158
2008-12-05 12:24	F6BYJ	144.489536	-26	0	JN05fs	10	F1VL	JN03rx	214	158
2008-10-16 18:54	F6ABJ	144.489495	-11	-1	JN25qh	200	F1VL	JN03rx	343	246



Данные из базы данных WSPRnet полученные в реальном времени по одному 2-х минутному сеансу (часть данных). В этом примере данные по 7 диапазонам:

## Spot Database

Specify query parameters

100 spots:

Timestamp	Call	MHz	SNR	Drift	Grid	Pwr	Reporter	RGrid	km	az
2010-01-22 16:52	W1MKN	14.097125	-19	1	EL87uv	5	WB9GHD	DM12kv	3371	288
2010-01-22 16:52	N8JK	7.040107	-2	0	EM79	5	KD0AR	EN90rw	415	66
2010-01-22 16:52	M0POQ	10.140173	-13	0	IO91ij	2	PA0QRB	JO22iv	442	65
2010-01-22 16:52	IQ4DJ	10.140224	-14	0	JN54mq	1	PA0QRB	JO22iv	1023	335
2010-01-22 16:52	K7LG	10.140160	-23	-1	DM04se	1	W4HBK	EM60	2969	89
2010-01-22 16:52	N5BFB	10.140173	-21	0	EM13pa	1	W4HBK	EM60	956	105
2010-01-22 16:52	WB3ANQ	10.140196	-16	0	FM19rc	1	W4HBK	EM60	1354	228
2010-01-22 16:52	IQ4DJ	10.140282	-15	0	JN54mq	1	DG9AW	JN58kh	403	358
2010-01-22 16:52	DG8YHH	7.040090	-21	-1	JO32rg	5	LA6TPA	JP54rl	1377	8
2010-01-22 16:52	IQ4DJ	10.140234	-26	0	JN54mq	1	DG7RJ	JN58th	406	6
2010-01-22 16:52	PA3MET	7.040103	-1	-1	JO22ma	5	LA6TPA	JP54rl	1434	12
2010-01-22 16:52	WB3ANQ	10.140199	-12	0	FM19rc	1	W8NWA	EM66nd	967	253
2010-01-22 16:52	K7LG	10.140158	-12	-1	DM04se	1	KO7M	CN87xp	1526	350
2010-01-22 16:52	M0POQ	10.140190	-20	0	IO91ij	2	F6BIA	JN19dq	316	125
2010-01-22 16:52	IQ4DJ	10.140242	+1	0	JN54mq	1	F6BIA	JN19dq	863	313
2010-01-22 16:52	M0POQ	10.140218	-6	0	IO91ij	2	F6EWB	IN93hh	899	180
2010-01-22 16:52	PA3GNZ	10.140249	-19	0	JO21rv	5	F6EWB	IN93hh	1082	211
2010-01-22 16:52	DK5MB	14.097040	-25	0	JN68bi	10	W3GXT	FM19ol	6783	298
2010-01-22 16:52	W1MKN	14.097095	-4	0	EL87uv	5	W3GXT	FM19ol	1384	20
2010-01-22 16:52	DK5MB	14.097042	-11	0	JN68bi	10	VE6OG	DO33fn	7586	329
2010-01-22 16:52	W1MKN	14.097097	-12	0	EL87uv	5	VE6OG	DO33fn	3824	327
2010-01-22 16:52	DK5MB	14.097047	-16	0	JN68bi	10	DJ9PC	JN59po	152	337
2010-01-22 16:52	F6GIG	28.126062	-13	0	JN18fv	5	IK4GBU	JN54pl	833	123
2010-01-22 16:52	IQ4DJ	10.140269	-12	0	JN54mq	1	F6EWB	IN93hh	1004	266
2010-01-22 16:52	DO4ATK	1.838090	-13	0	JO51qs	5	OH8HTG	KP34di	1642	26

Пример выделенных данных приема одной станции другой на расстоянии 442 км  
(Прием F6ABJ в квадрате JN25qh, передача F1OAT из квадрата JN18cp):

## Spot Database

Specify query parameters

Using spot archive (no automatic refresh). 78 spots:

Timestamp	Call	MHz	SNR	Drift	Grid	Pwr	Reporter	RGrid	km	az
2008-12-23 21:10	F1OAT	144.489510	-27	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 18:04	F1OAT	144.489510	-27	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 15:58	F1OAT	144.489510	-27	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 15:48	F1OAT	144.489510	-27	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 14:24	F1OAT	144.489510	-26	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 14:04	F1OAT	144.489511	-28	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 13:46	F1OAT	144.489510	-24	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 13:38	F1OAT	144.489511	-25	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 13:18	F1OAT	144.489510	-20	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 12:56	F1OAT	144.489511	-21	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 12:46	F1OAT	144.489510	-24	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 12:34	F1OAT	144.489510	-25	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 12:26	F1OAT	144.489510	-24	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 12:14	F1OAT	144.489510	-25	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146
2008-12-23 11:34	F1OAT	144.489511	-25	0	JN18cp	5	F6ABJ	JN25qh	442	146

### 3. Испытания, проведенные на 2 метрах

#### 3.1. Испытания на небольшом расстоянии

При небольшом расстоянии (до 15 км) сила принимаемых сигналов при фиксированных параметрах передающей (и приемной прим. переводчика) стороны достаточно постоянна (лучше 1 дБ), так как использование направленной антенны подразумевает, что прямой сигнал существенно больше всех отраженных сигналов. Эта стабильность позволяет сравнить конфигурации или оценить усиление (антенн) с помощью точных и калиброванных анализаторов на приемной стороне. Аналогичную возможность предоставляет WSPR с помощью сообщений о SNR с дополнительным преимуществом наличия измерения в обратном направлении, большого динамического диапазона измерений, автоматической записи и простого выполнения. В дополнение к информации о SNR объявляется мощность передатчика каждой стороны, что может быть использовано для сравнения в смежных временных интервалах. Эта информация позволяет установить, какая минимальная мощность будет необходима для установления связи в каждом из режимов и в каждом из направлений. Дополнительно эта информация также может указать на различия в условиях приема на каждой из сторон путем соответствующей коррекции сообщений каждой из сторон, для моделирования идентичных условий передачи.

Поскольку WSPR был в основном разработан для использования на HF, где уровень шума определяется в основном внешними условиями и усиление антенн ограничено. В этом случае обычно нет трудностей с определением излучаемой мощности.

На VHF маяки обычно сообщают об излучаемой мощности иногда как значение ERP или EIRP которое вычисляется из мощности передатчика и оценочного усиления антенны. Это не критично, поскольку маяки не измеряют никаких значений SNR. В случае WSPR способ информирования о мощности должен быть ясно определен, так как это позволяет проводить дополнительный анализ, например, проверять баланс линии связи. Было предложено сохранить ту же самую точку отсчета, как и в HF приемопередатчике -

антенный разъем. Когда операторы описывают свою станцию, они обычно используют такой подход. Однако на VHF, наличие усилителя LNA на мачте предполагает, что точка отсчета должна быть в месте подключения LNA к антенне. В этом случае объявляемая мощность передатчика должна быть уменьшена на величину потерь в кабеле от передатчика до этой точки. Эта трудность была ясно отмечена при сравнении станции расположенной в пригородной зоне с высоким уровнем шумов (F2MM в 5 км к югу от Парижа) и другой (F1EBN в 25 км) в тихой сельской местности. После коррекции SNR с учетом различия объявленной мощности передатчиков остался дисбаланс SNR в 18 дБ.

Такое большое различие было объяснено использованием стандартного оборудования без дополнительного усилителя в пригороде с высоким уровнем шумов (в таких условиях нет необходимости увеличивать чувствительность приема) и наличием LNA на другой стороне. При объявленных мощностях различие составило 15дБ, вместо 18дБ, складывающихся из 3дБ потерь в кабеле от трансивера до точки отсчета, 4 дБ различия в коэффициентах шума и 11 дБ снижения чувствительности из-за промышленных и бытовых помех в условиях пригорода, которые были подтверждены измерениями на месте.

Эти испытания на небольшом расстоянии подтвердили возможность декодирования сигналов до -28 дБ и иногда более с вероятностью 100%. Была сделана оценка, что при уровне сигнала – 30 дБ вероятность декодирования около 50% и при уровне -32 дБ менее 10%.

### **3.2. Испытания на большом расстоянии**

При расстоянии более 50 км даже при направленных антеннах с большим усилением изменение условий прохождения существенно влияют на силу сигнала и SNR. Хотя короткие фединги могут быть компенсированы благодаря усреднению в процессе декодирования, их влияние может быть значимым в течение 2 минутного сеанса. Длительные фединги, вызванные влиянием тропосферы, отражениями от гор и летящих самолетов, дифракция и все виды затенения являются источником искажений, существенно влияющих на эффективность декодирования SWR. Протокол WSPR разработан в основном для HF, поэтому были опасения, что он не полностью подходит для VHF.

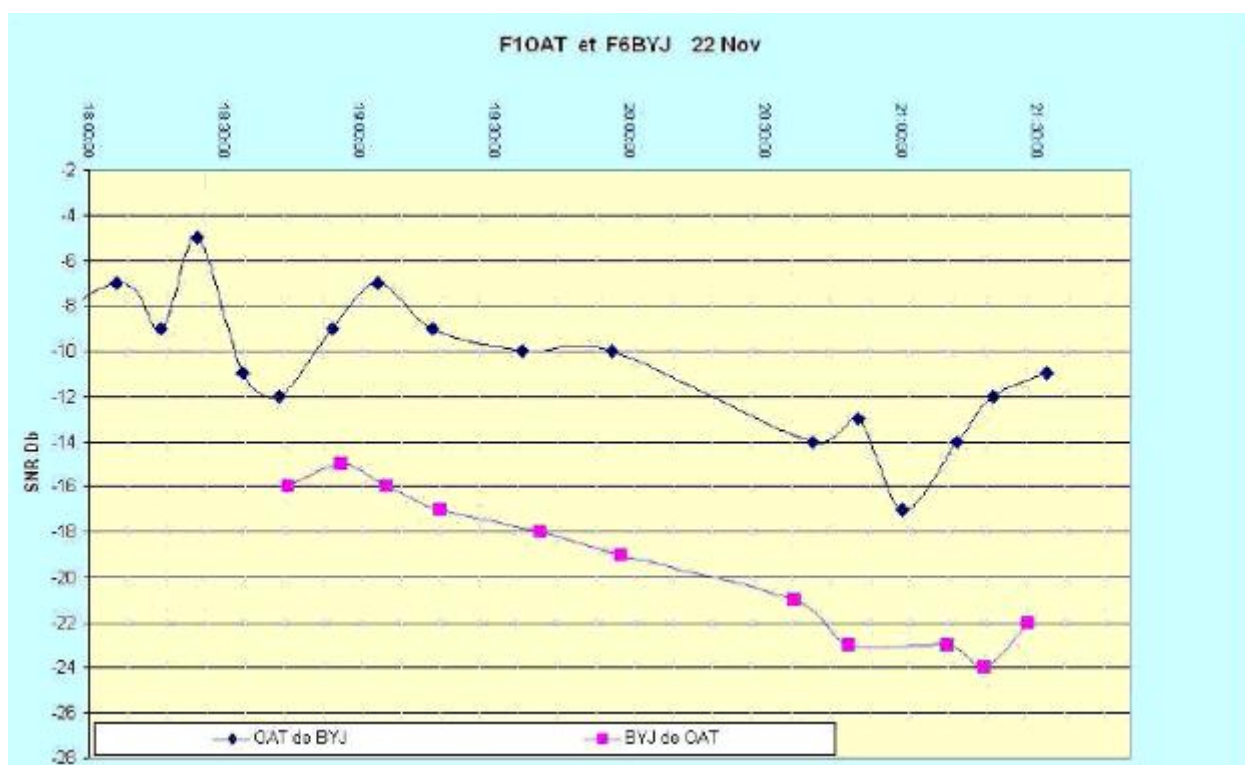
С учетом этого предположения были выполнены тесты с целью установления практических ограничений применимости WSPR на VHF. Эти ограничения были определены на основе соответствующего статистического анализа полученных результатов и копий картинок экрана. Типичные результаты испытаний приведены далее.

### **3.3. Эффект «направленности» прохождения**

Следующий график дает пример анализа данных полученных с сайта WSPRnet. Так как двусторонние измерения не могут быть выполнены во время одного и того же 2-х минутного сеанса, условия распространения могут измениться и сравнение SNR станет некорректным. Однако усреднение результатов с учетом изменения прохождения позволяет оценить эти различия.



Изменения значения SNR полученные F1OAT (JN8cp) и F6BYJ (JN05fs), расстояние 346 км. Испытания проводились 22 ноября 2008 года.



На приведенных графиках можно ясно увидеть разницу значений SNR около 8 дБ. F1OAT анонсировал мощность 5 Вт (37 дБм) и F6BYJ соответственно 10Вт (40 дБм). Эти 3 дБ различия в мощностях и 8 дБ усредненного различия в полученных значениях SNR в сумме обозначают, что F6BYJ имел преимущество в 11 дБ по приему в этой связи в этот день.

Оценка необходимой мощности для проведения SSB связи (5 dB/SNR) при тех же антеннах и значениях SNR для WSPR (-10 dB для F6BYJ или -18 dB для F1OAT) дает следующий результат:

Для F1OAT:  $37 + (10 + 5) = 52$  дБм или 160 Вт.

Для F6BYJ:  $40 + (18 + 5) = 63$  дБм или 2000 кВт!!

Очевидно, что имелась проблема со стороны F1OAT, которая, похоже, была исправлена, судя по более поздним рапортам, полученным из базы данных WSPR.

### 3.4. Эффект Доплера в отраженных сигналах:

Изображения создаваемые программой на экране часто показывают существенный сдвиг частоты, который медленно изменяется в течение сеанса передачи. Этот сдвиг может иметь несколько причин:

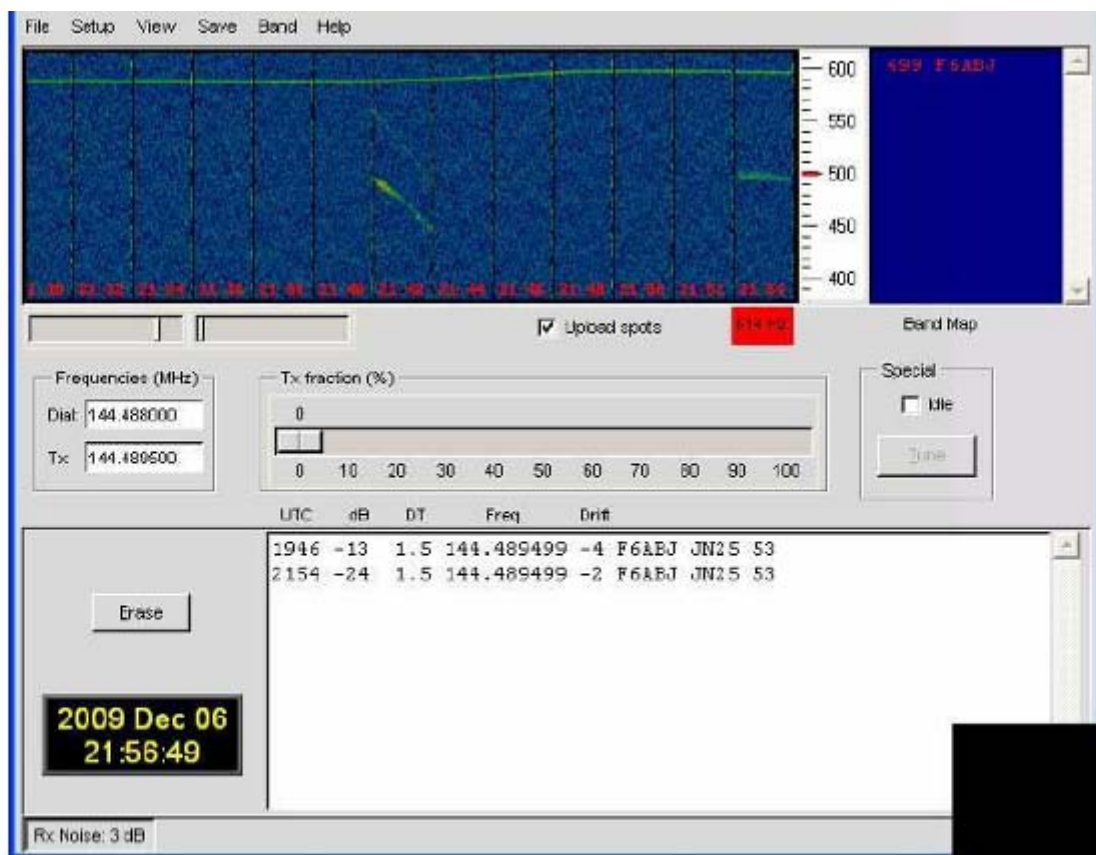
- Медленное изменение частоты передаваемого сигнала из-за нагрева трансивера при передаче
- Отражение от движущихся объектов (самолетов)

Если по анализу других сообщений в том же сеансе приема передающий трансивер был неподвижен, то остается только одна гипотеза отражения от движущихся объектов.

Характерный пример такой ситуации можно наблюдать в сообщениях IK1ODO в JN35sq (около Турина) о сигналах F6ABJ в JN25qh (около Гренобля). Хотя расстояние между станциями не очень велико (173 км) Альпы в районе Мон Блан полностью блокируют прямой путь сигнала. Многие станции успешно использовали отражения от вершины Мон Блан для проведения SSB и CW связей, но они были на значительно большем

расстоянии, чем F6ABJ и IK1ODO, которые находились слишком близко к подножию гор. Копии экранов, присланные IK1ODO, ясно показывают, что сигнал F6ABJ имели в этот день сдвиг частоты 4 Гц или 2 Гц в разных сеансах, причем в последнем сообщении был слабый, но почти постоянный уровень в 2-х минутном сеансе.

Экран WSPR где IK1ODO принимает сигналы F6ABJ отраженные от самолета



Зная, что мощность передатчика F6ABJ была 50 Вт и использовалась всенаправленная антенна с усилением 6 дБ (он в настройках указал ERP, а не мощность передатчика), можно предположить, что при мощности 500 Вт и направленной антенне с усилением на 10 дБ больше возможна связь в режиме SSB по этому пути (увеличение на 20 дБ потенциала радиолинии относительно существующей и среднего уровня SNR около -15 дБ). Зная расписание полетов самолетов в районе Альп можно даже планировать подходящее время для таких связей!

### 3.5. Другие эффекты для исследования.

Несколько изображений на экране WSPR имели странные эффекты, которые нуждаются в дальнейшем исследовании. Например, на изображении экрана, полученном F6BYJ можно отметить дублирование сигналов F1OAT в одном сеансе передачи. Эти сигналы имеют примерно одинаковые уровни и расположены почти параллельно. Иногда такие сигналы декодировались одновременно, как это было в сеансе 12 декабря 2008 года в 17:42 UTC. Один сигнал имел уровень -33 дБ SNR и частотный сдвиг 4 Гц, другой -11 дБ и 0 Гц.

На первый взгляд слабый сигнал можно объяснить отражением от самолета при постоянной разнице фаз с сильным сигналом. Многие сообщают об аналогичных случаях. Для более точного объяснения требуются дополнительные исследования.

В других странных сигналах наблюдались боковые выбросы от основного сигнала:



Для данного эффекта еще не найдено достоверного объяснения. Было только отмечено, что такие сигналы хуже декодируются, даже если уровень достаточно высокий (около -15 дБ) и частотный сдвиг отсутствует.

#### **4. Ограничения применимости WSPR на 2 метрах.**

Полученные результаты экспериментов показали, что большинство современных трансиверов имеют достаточную частотную стабильность для использования WSPR после предварительного 30-ти минутного прогрева. В любом случае не рекомендуется использовать полную мощность передатчика. Часто используется менее 50% мощности. При полной мощности может потребоваться синхронизация частоты от внешнего стабильного источника. Точность установки частоты далека от требуемых по спецификации WSPR 10 Гц. В некоторых случаях требовалась коррекция до 500 Гц для точной настройки на диапазон WSPR.

С учетом этих замечаний диапазон 2 метра представляется верхней границей применимости WSPR. На 70 см требуется стабильный внешний генератор. Кроме того, есть некоторые сомнения, что метод коррекции ошибок, примененный для HF, полностью подходит для диапазона 2 м.

Тем не менее, принимая во внимание доступность программы и ее простой интерфейс можно считать, что полученные результаты весьма удовлетворительны.

#### **5. Заключение**

В начальный период испытания проводили 5-6 активных станций и в течение нескольких месяцев их количество быстро выросло до примерно 15. На сегодняшний момент в соответствии с базой данных WSPRnet на 2 м отмечено около 110 пользователей в Европе и 60 в Японии. Распределение по странам в Европе следующее: Франция - 35, Великобритания - 23, Италия - 12, Россия - 11, Германия - 5, Швейцария - 4, Испания - 3, Польша - 3, Австрия - 3, Дания - 3, Греция - 2, Швеция - 2, Нидерланды - 2, Бельгия - 2.

Даже с этим количеством рекомендованная для WSPR полоса частот далека от насыщения (в рекомендованной полосе 1 КГц может одновременно передаваться несколько сотен сигналов, что соответствует тысячам временных пользователей). Более того, данного количества WSPR станций недостаточно для получения актуальной карты прохождения на 2 метрах в отличие от HF диапазонов, где количество работающих WSPR станций гораздо больше и состояние прохождения можно оценить достаточно точно.