

**Радиосеть мониторинга
распространения слабых сигналов
WSPRnet
и примеры работы в ней**

АО «ОНИИП»
Антонов И.В., Романов Ю.В.

Цель доклада:

рассмотреть на примере радиосети WSPRnet возможность использования уже существующих глобальных открытых радиосетей для исследования особенностей распространения КВ радиоволн.

Задачи:

- познакомить с радиосетью WSPRnet;
- привести примеры работы в радиосети;
- показать, что данная сеть может использоваться для изучения особенностей распространения КВ радиоволн;
- отметить наличие в ионосфере эффектов, позволяющих существенно снизить требуемую для проведения связи на односкачковых радиотрассах мощность;
- указать на недостатки рассматриваемой сети в контексте профессионального использования и дать рекомендации по их устранению при создании собственных решений на базе WSPRnet.

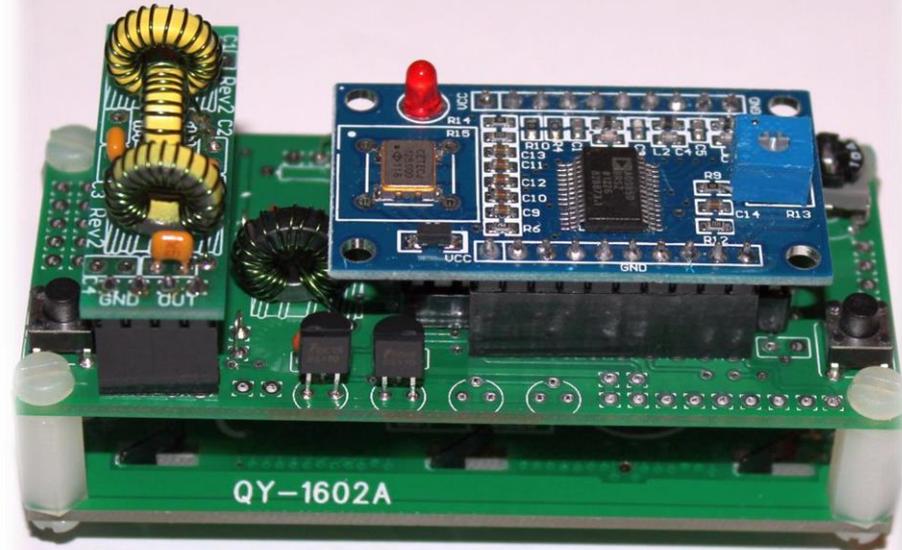
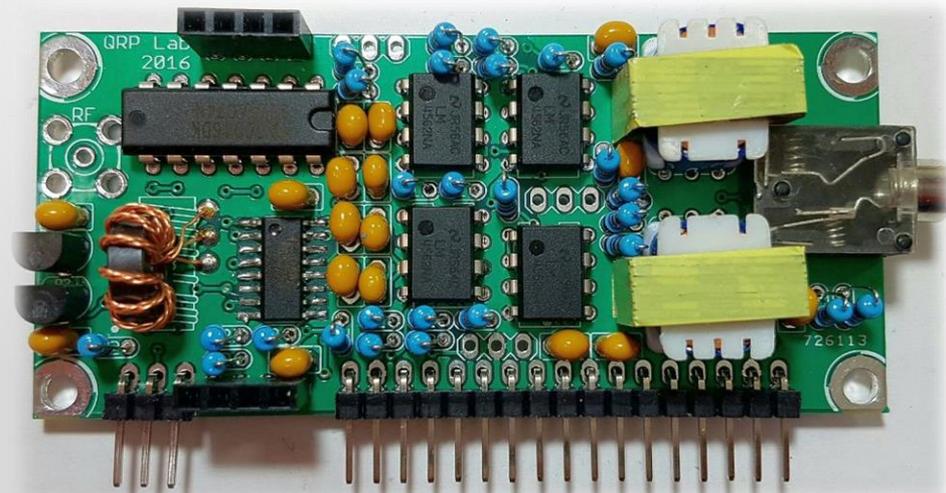
WSPRnet – Weak Signal Propagation Reporter Network – сеть мониторинга распространения слабых сигналов.

Корреспонденты-добровольцы создают точки приема, передачи или приема/передачи специальных зондирующих сигналов.

Сервер через Internet собирает и обрабатывает данные со всех корреспондентских точек. [URL:http://wsprnet.org](http://wsprnet.org)

Протокол работы радиосети и исходные коды ПО приема/передачи сигналов свободно распространяются. Существуют исполняемые модули под ОС Windows, Linux и Macintosh OS X.

Мощность – от 50 мВт до 5 Вт.

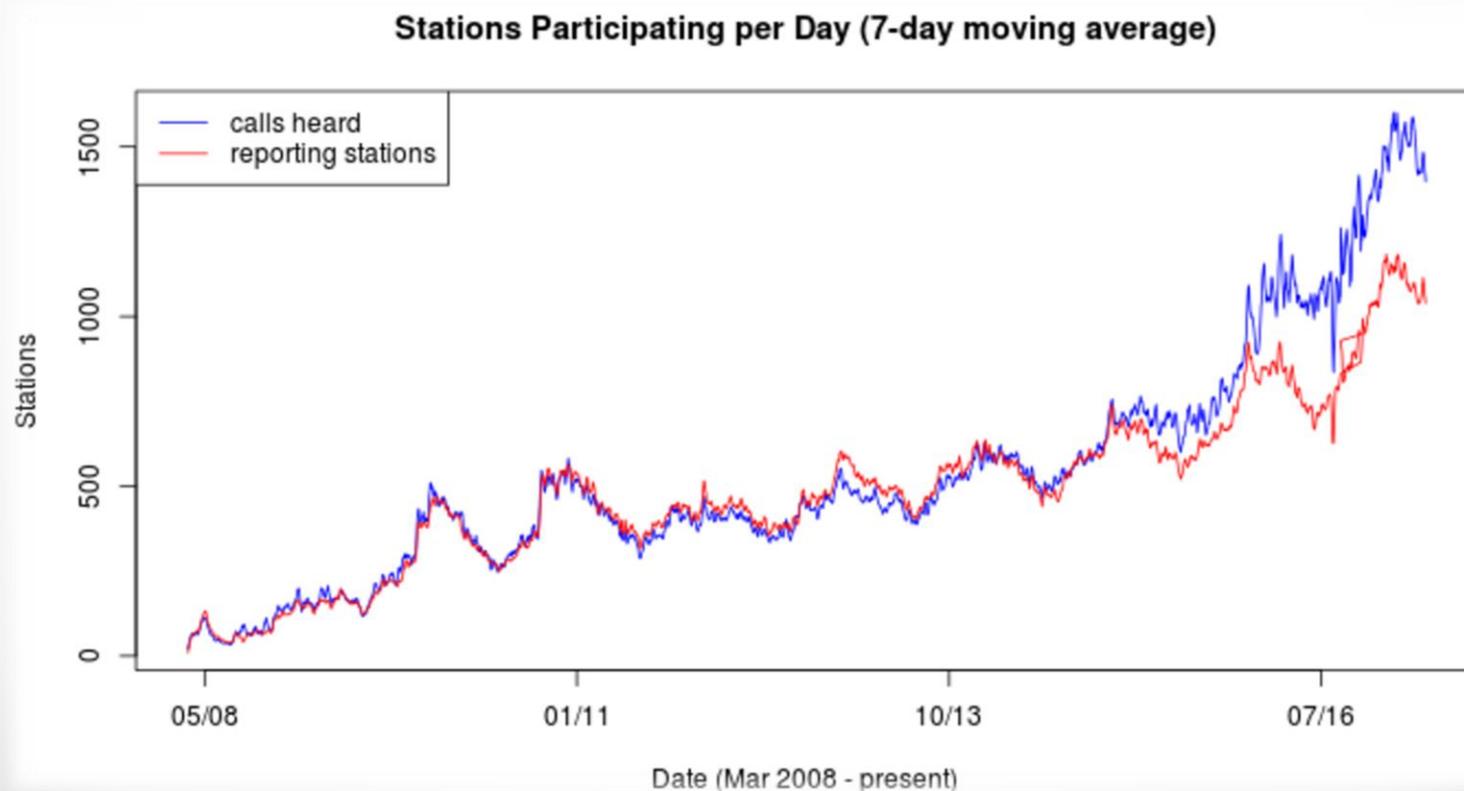


Используются выделенные радилюбителям участки спектра в диапазоне частот от 136 кГц до 1296,5 МГц.

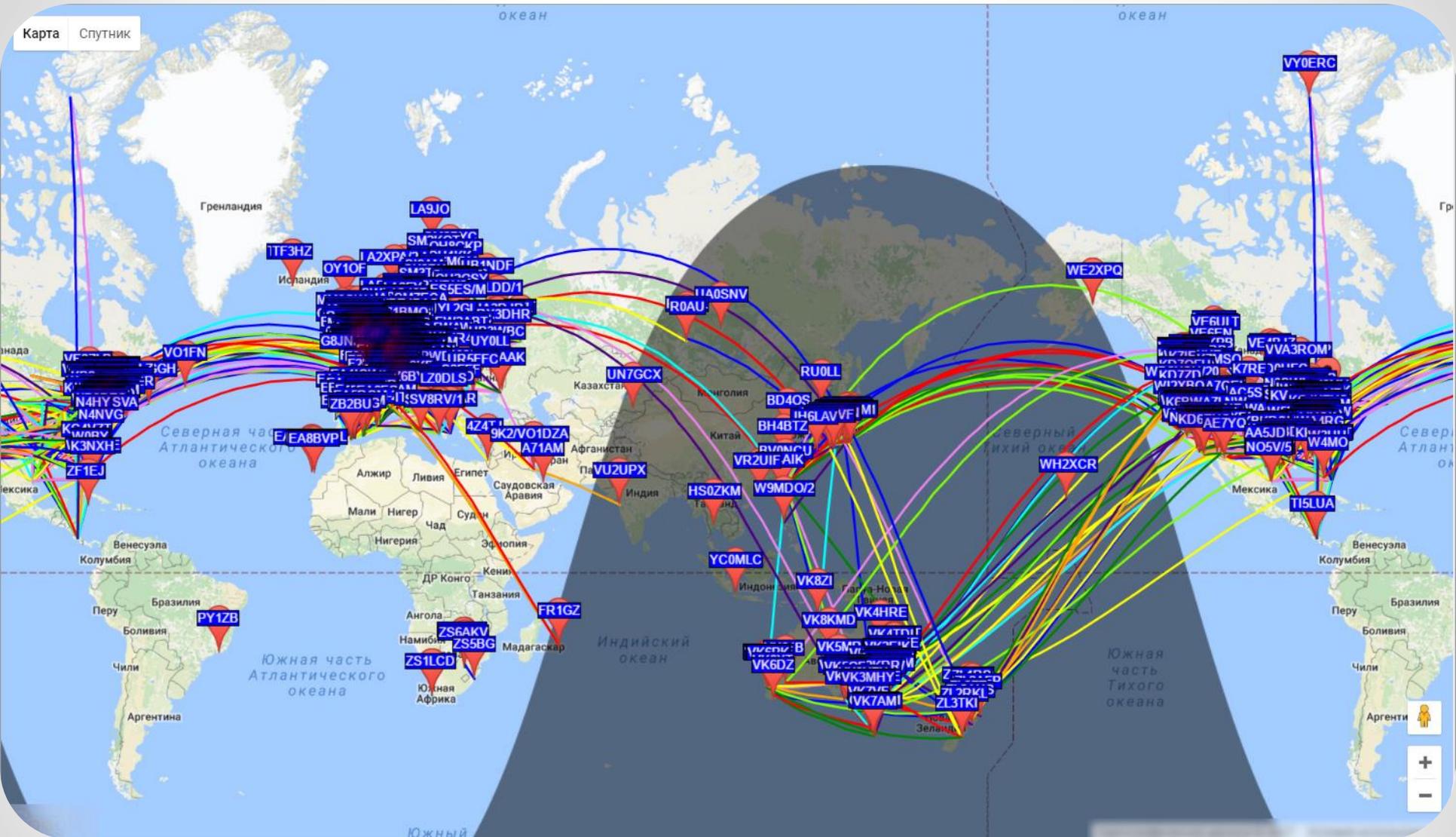
В КВ диапазоне охвачены все любительские участки – 160, 80, 60, 40, 30, 20, 17, 15, 12 и 10 метров.

Начало работы – март 2008 года.

На текущий момент в базе данных более 640 млн. рапортов.



Карта Спутник



Привязка к системе единого времени.

Прием/передача каждые 2 минуты в 00 секунд.

Длительность сигнала 110,6 секунд.

В сигнале передается:

– позывной корреспондента;

– QTH локатор;

– уровень мощности, от 1 до 60 дБм (1 мВт...1 кВт).

Объем сообщения – 50 бит.

Объем нагрузки после помехоустойчивого кодирования – 162 бит.

Синхропреамбула 162 бит.

Модуляция – 4-FSK, частотный разнос 1,46 Гц, скорость 1,46 Бод.

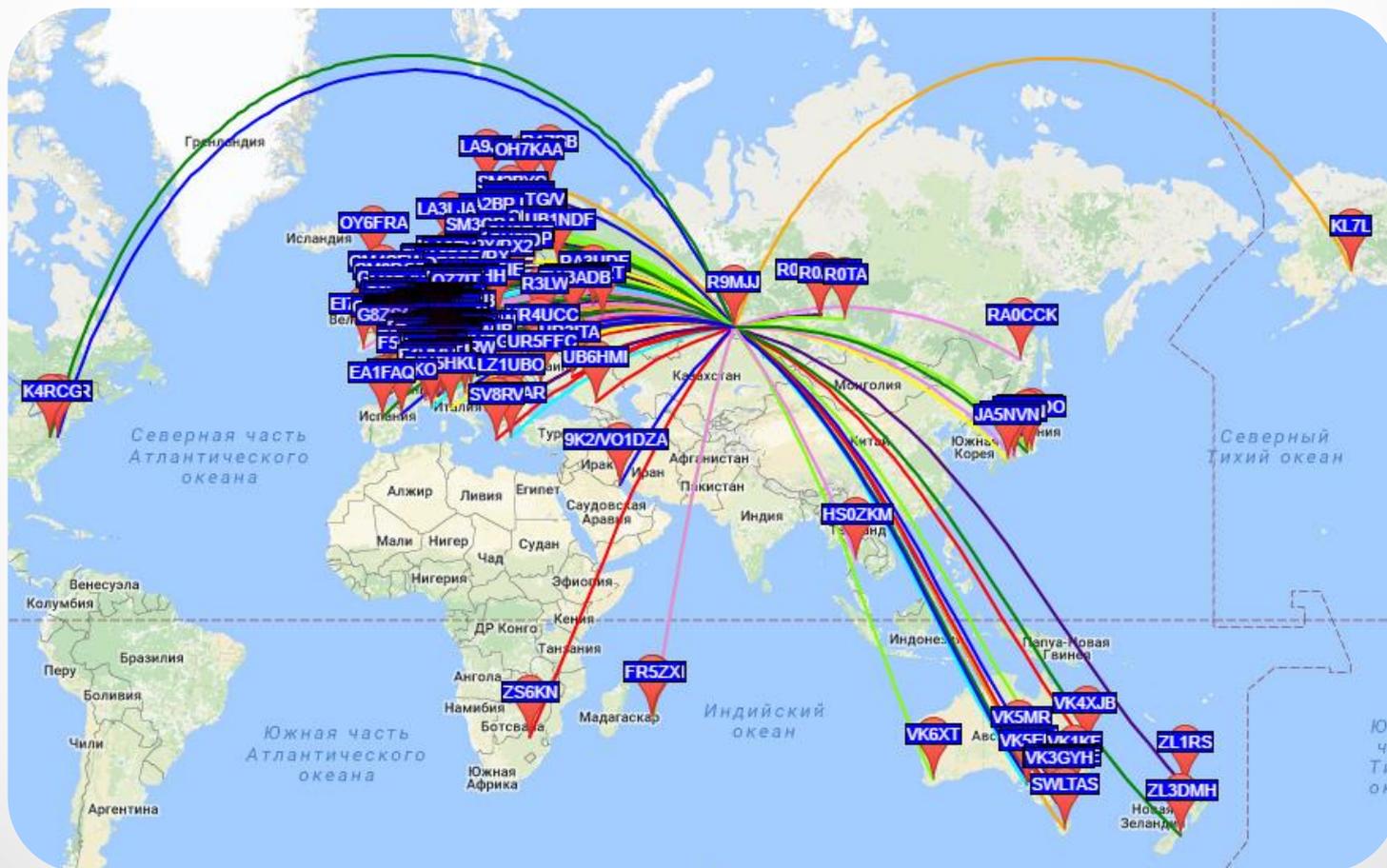
Прием при SNR до минус 33дБ в полосе 2500 Гц.

Timestamp	Call	MHz	SNR	Drift	Grid	Pwr	Reporter	RGrid	km	az
2017-04-28 06:36	ZL1WJQ	7.040137	-23	0	RF72kt	1	EA7HPM	IM67xj	19931	74
2017-04-27 19:30	EA4DUT	10.140195	-24	0	IN80ej	0.2	ZL1RS	RF72wk	19697	8
2017-04-28 06:08	ZL1WJQ	7.040147	-25	-1	RF72kt	1	EA4BPN/P	IN80dk	19633	342
2017-04-27 15:08	EB5DQ	10.140252	-24	0	IM99uo	50	ZL1RS	RF72wk	19612	57
2017-04-27 17:18	EA5CYA	10.140142	-22	0	IM99xv	0.2	ZL1RS	RF72wk	19576	55
2017-04-28 05:44	ZL1WJQ	7.040144	-23	-1	RF72kt	1	EA1FAQ	IN71pn	19527	356
2017-04-28 09:16	KL6QIK	7.040076	-8	0	AD18	50	HB9FZG	JN37tm	19457	219
2017-04-27 16:50	EA6FG	10.140199	-17	0	JM19ip	0.5	ZL1RS	RF72wk	19378	71
2017-04-28 05:20	EA6/OK2SAM	10.140215	-16	0	JM19kt	0.2	ZL1RS	RF72wk	19358	70
2017-04-28 05:36	ZL3TKI	7.040110	-22	0	RE66hk	0.1	F5OIH	JN06ci	19343	300
2017-04-28 05:56	ZL2DX	10.140218	-26	0	RE78rr	0.2	F5OIH	JN06ci	19334	328
2017-04-28 02:12	QS1PGI	14.097135	-17	0	HE09	0.5	JH3APN	PM74tq	19215	142
2017-04-27 15:00	DX3PDI	7.040150	-25	0	AD09	0.2	EA1IOW	IN83gj	19155	155
2017-04-28 05:12	ZL1WJQ	7.040154	-26	-1	RF72kt	1	F4CWN	JN03kn	19143	326
2017-04-27 17:08	F4HVC	10.140192	-14	0	JN14ba	2	ZL1RS	RF72wk	19125	38
2017-04-28 04:12	ZL1WJQ	7.040149	-27	-1	RF72kt	1	F4ARU	JN03ql	19125	324
2017-04-28 06:30	EA6FG	10.140188	-13	0	JM19ip	0.5	ZL3RCK	RE66ft	19075	118
2017-04-28 06:30	EA6/OK2SAM	10.140215	-18	0	JM19kt	0.2	ZL3RCK	RE66ft	19071	117
2017-04-28 11:04	CX8AT	14.097096	-24	0	GF15wc	5	JA5NVN	PM74ec	19049	268
2017-04-28 05:08	ZL2DX	10.140198	-23	0	RE78rr	0.2	F5VBD	JN25xo	19041	303
2017-04-28 06:32	F1VMV	10.140130	-7	1	JN24kh	5	ZL3RCK	RE66ft	19011	87
2017-04-28 06:20	G3JKF	10.140240	-15	0	JO00bs	5	ZL3RCK	RE66ft	18992	37
2017-04-28 00:46	LL3MFW	7.040139	-25	0	OF93	501	N8LI	FN41fl	18955	55
2017-04-27 15:12	F1VMV	10.140125	-27	0	JN24kh	5	ZL1RS	RF72wk	18951	48
2017-04-28 06:06	ZL4EI	7.040193	-26	0	RF74ci	1	F4ARU	JN03ql	18950	327
2017-04-27 17:04	CX8AT	14.097090	-26	0	GF15wc	5	JH3APN	PM74tq	18942	272
2017-04-28 09:08	BV0NCU	10.140216	-27	0	PL04ox	10	PY2GN	GG56tv	18937	279
2017-04-28 05:20	ZL1WJQ	7.040142	-20	0	RF72kt	1	F5OIH	JN06ci	18905	338
2017-04-28 01:32	QS1IXZ	14.097134	-19	0	GE37	0.5	JH3APN	PM74tq	18865	224

Наш маяк, в условиях невозмущенной ионосферы:

- общее количество рапортов за сутки - 1,5...2 тысячи, из них около 100 соответствуют трассам протяженностью более 10 тыс. км.

- количество уникальных рапортующих за сутки - 200...250.



Маяк G4VME вблизи Кембриджа.

Мощность – 5 мВт.

Циклический режим работы, каждые 2...10 минут
передача в диапазонах 20 и 30 метров.

Анализ за сутки.

Общее количество рапортов – 567.

Количество уникальных рапортоующих – 59.

Максимальная дальность трассы – 6936 км.

Максимальное SNR - плюс 3 дБ (трасса 989 км, диапазон
30 метров).

Распределение рапортов по критерию «соотношение сигнал/шум»

сигнал/шум, дБ	< -30	-30...-21	-20...-11	-10...-1	0...+9
количество рапортов, шт.	1	267	224	67	8
достаточная мощность, мкВт			500 мкВт	50 мкВт	5 мкВт

Сеть WSPRnet можно использовать для верификации алгоритмов при разработке ПО прогнозирования условий распространения радиоволн.

Результаты экспериментов подготовлены к публикации:

Антонов И.В., Пукса Д.О., Романов Ю.В.

Радиосеть мониторинга распространения слабых сигналов WSPRnet и примеры работы в ней

В статье описана глобальная радиолобительская радиосеть мониторинга распространения слабых сигналов WSPRnet, приведены примеры работы в ней. Показано, что данная сеть может использоваться для изучения особенностей распространения КВ радиоволн. Отмечено наличие в ионосфере эффектов, позволяющих существенно снизить требуемую для проведения связи на однокачковых радиотрассах мощность. Перечислены недостатки рассматриваемой сети в контексте профессионального использования, даны рекомендации по их устранению при создании собственных решений на базе WSPRnet.

Недостатки:

Отсутствие в рапорте информации об антеннах.

Отдельные сбои в работе любительского радиооборудования.

Подмена QTH локатора.

Недостаточный функционал штатных средств работы с базой данных.

Немногие работают круглосуточно и по четкому расписанию.

Решение:

Создать свой анализатор базы данных.

Развернуть несколько собственных приемных и передающих узлов.

Возможные применения в профессиональных целях:

- система пассивного трассового зондирования;
- сравнение эффективности антенн;
- верификация алгоритмов при разработке ПО прогнозирования условий распространения радиоволн.



Выводы

1 Обширная география сети WSPRnet и большое число участников обеспечивают огромный объем пригодной для изучения особенностей распространения КВ радиоволн информации.

2 Для повышения эффективности использования сети в профессиональных целях целесообразно создать ряд собственных приемных и передающих узлов, разработать собственный инструмент для анализа базы данных.

3 Нерегулярные механизмы распространения сигналов существенно снижают требования к минимальному уровню мощности, при котором возможна связь.

4 WSPRnet можно использовать в качестве инструмента при трассовом зондировании ионосферы, сравнении эффективности антенн, верификации алгоритмов при разработке ПО прогнозирования условий распространения радиоволн.