

В поиске новой эффективности

Кроссполяризационная развязка в радиорелейных системах

БОБКОВ В.Ю. к.т.н., ЕФИМОВ М.В., АЗБУКИН А.Ю., YOSHIO Ito

Повышение пропускной способности транспортной радиосистемы и эффективное использование частотного ресурса являются в настоящее время весьма актуальными задачами для многих операторов связи. Технически они решаются за счет применения сигналов модуляции с высокой эффективностью использования спектра (16QAM, 64QAM, 128QAM и т. д.), а также методов повторного использования частотного ресурса.

Метод повышения пропускной способности в радиорелейных системах за счет использования поляризационной развязки на одном частотном канале (Co-channel Dual Polar system – CCDP) известен достаточно давно и активно используется производителями магистральных радиорелейных систем на частотах от 4 до 8 ГГц. Его эффективность во многом определяется коэффициентом кроссполяризационной развязки антенн (XPD) и эффективностью системы подавления кроссполяризационной помехи (XPIC).

В последнее время, в связи с высокой загруженностью низкочастотных диапазонов, сотовые операторы переходят к созданию внутризоновых радиорелейных магистралей в диапазонах 13 ГГц и выше. Однако эффективность радиорелейных систем с поляризационной развязкой в этих диапазонах частот изучена недостаточно.

В данной статье представлены результаты полевых испытаний радиорелейной системы SDH с поляризационным уплотнением (2xSTM-1) в частотном диапазоне 18 ГГц.

Описание модели испытаний системы CCDP для 2xSTM-1

Полевые испытания проводились на пролете длиной 6,9 км в диапазоне 18 ГГц в период с 22.05.03

по 10.09.03. Измерения осуществлялись по следующей программе:

- этап 1 – измерение зависимости (изменения) уровня принимаемого сигнала (RSL) и ошибок сигналов вертикальной и горизонтальной поляризации от дождя;
- этап 2 – измерение зависимости RSL- и XPD-сигналов вертикальной и горизонтальной поляризации от дождя;
- этап 3 – измерение зависимости RSL- и XPD-сигналов вертикальной и горизонтальной поляризации от дождя для различных углов поворота установочного угла антенны от 0°/90° до 45°.

На рис. 1 приведены диаграммы установки системы для каждого этапа.

На *этапе 1* на станции А сигнал STM-1 подавался на Master IDU (вертикальная поляризация) от цифрового анализатора потока. На станции В принимаемый сигнал от станции А был включен по шлейфу на передатчик. На станции А сигнал STM-1, принимаемый от станции В на Master-IDU (вертикальная поляризация), подавался на передатчик Slave IDU (горизонтальная поляризация), формируя «длинный шлейф». Окончательно выходной сигнал Slave IDU (горизонтальная поляризация) на станции А подавался на цифровой анализатор потока и контролировался на наличие ошибок. Уровни принимаемых сигналов каждого IDU контролировались на четырех блоках LCT.

На *этапе 2* выходные мощности Master ODU на станции А и Slave ODU на станции В выключались для одновременного измерения значений RSL и XPD.

На *этапе 3* установочный угол антенны был сдвинут на 45°, затем были произведены измерения RSL и XPD с помощью специальных конвертора поляризации – OMT (Orthogonal Mode Transducer) и антенны с функциями поворота на 45°.

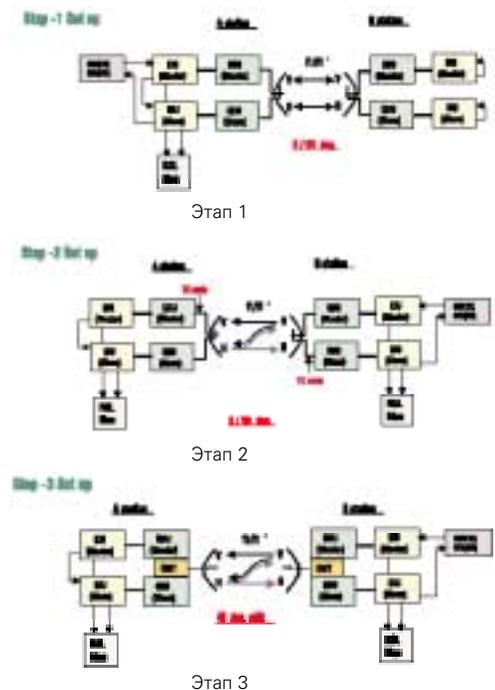


Рис. 1. Диаграммы установки системы

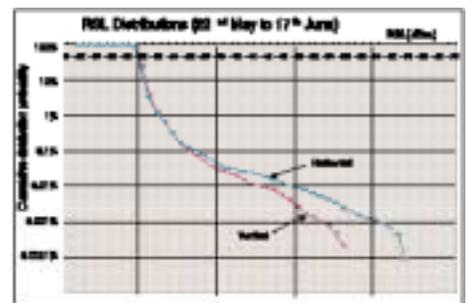


Рис. 2. Накопленное распределение RSL для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 1)

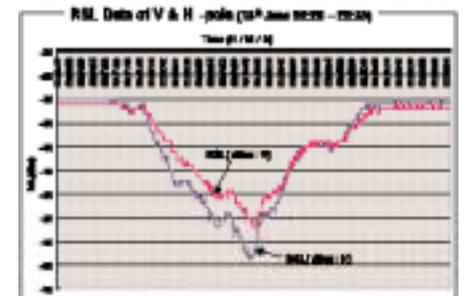


Рис. 3. Данные RSL для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 1)

Измерения и результаты испытаний

В ходе испытаний были измерены посекундные данные RSL с помощью внутреннего программного обеспечения и внешнего блока LCT. Значения XPD были вычислены как разность RSL вертикального и горизонтального сигналов. Цифровой анализатор потока ис-

пользовался для отображения и контроля ошибок.

Этап 1

Выполнялся с 22 мая по 17 июня. Накопленное распределение RSL вертикальной и горизонтальной поляризации показано на рис. 2.

Сигнал вертикальной поляризации менее подвержен влиянию до-

жда, чем горизонтальной поляризации. Имеется разница около 7 дБ в затухании при вероятности распределения 0,001%.

Показатели уровня RSL в наихудший по осадкам период приведены на рис. 3, данные зависимости RSL (вертикальная поляризация) от RSL (горизонтальная поляризация) – на рис. 4.

В процессе испытаний по шагу-1 уровень RSL никогда не достигал порогового, поэтому ошибок обнаружено не было.

Этап 2

Выполнялся с 18 июня по 15 июля. Показатели уровня RSL в наихудший по осадкам период приведены на рис. 5, данные зависимости RSL (вертикальная поляризация) от RSL (горизонтальная поляризация) – на рис. 6, зависимости XPD (вертикальная поляризация) от XPD (горизонтальная поляризация) – на рис. 7. Все представленные данные подтверждают, что не только RSL, но и XPD в вертикальной поляризации меньше подвержены влиянию

дождя, чем в горизонтальной.

На рис. 8 отражено соотношение между RSL (вертикальная поляризация), RSL (горизонтальная поляризация), XPD (вертикальная поляризация) и XPD (горизонтальная поляризация). Область худшего значения можно определить по следующей формуле:

$$XPD (V \text{ или } H) = 51 - \text{Глубина замирания (V или H)}$$

Значения для худшего случая подтверждают наличие запаса в 2,5 дБ для RSL относительно порогового уровня системы равного -67,5 дБм. Худшее значение RSL достигает -65 дБм (горизонтальная поляризация). По параметру XPD имеется запас в 9 дБ. Пороговое значение D/U=7 дБ, а худшее значение RSL показывает, что даже когда RSL приближается к пороговому уровню, при установке обычной антенны 0/900 XPD имеет запас.

Этап 3

Выполнялся с 16 июля по 29 августа. Накопленное распределение

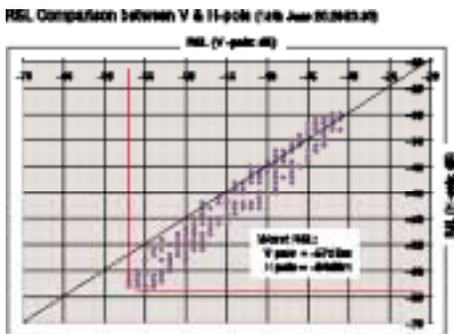


Рис. 4. Сравнение RSL вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 1)

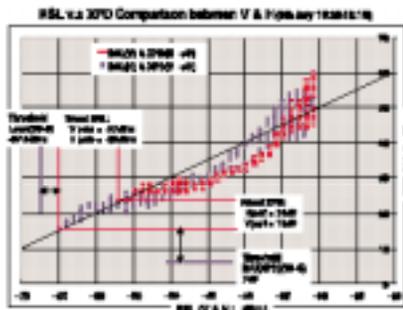


Рис. 8. Сравнение RSL и XPD для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 2)

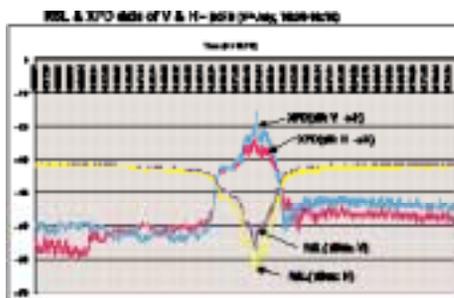


Рис. 5. Данные RSL и XPD для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 2)

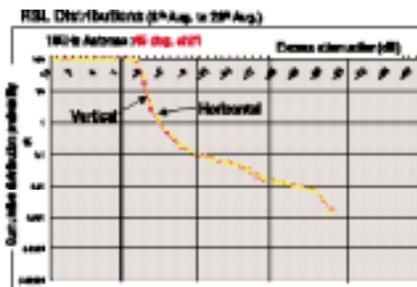


Рис. 9. Накопленное распределение вероятности RSL (этап 3)

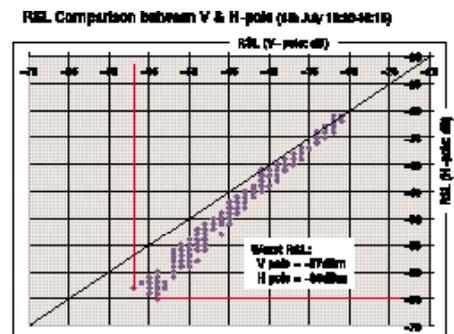


Рис. 6. Сравнение RSL для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 2)

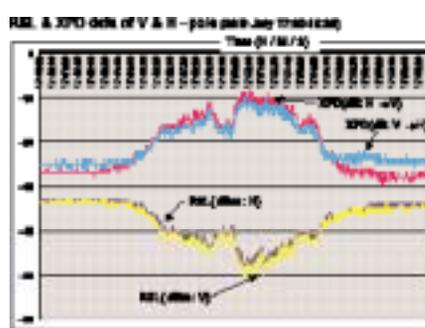


Рис. 10. Данные RSL и XPD для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 3)

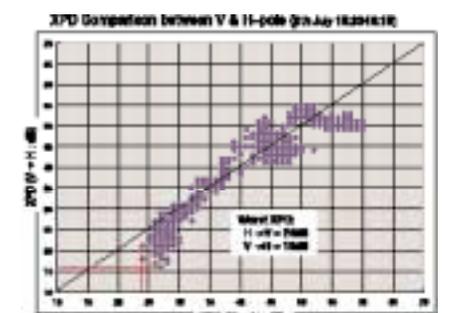


Рис. 7. Сравнение XPD для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 2)

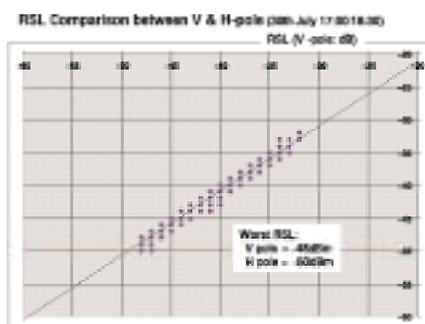


Рис. 11. Сравнение RSL для вертикальной и горизонтальной поляризации (этап 3)

RSL было обработано и преобразовано в распределение затухания путем вычитания нормального уровня входного сигнала. Распределение затухания для вертикальной и горизонтальной поляризации показано на рис. 9.

Приведенные данные показывают, что различие RSL между вертикальной и горизонтальной составляющими может быть минимизировано поворотом установочного угла антенны на 45° .

Характеристики уровня RSL в наихудший по осадкам период отражены на рис. 10, показатели зависимости RSL (вертикальная поляризация) от RSL (горизонтальная поляризация) – на рис. 11.

К сожалению, из-за несоответствия между ОМТ и используемой в испытаниях антенной измерения по параметру XPD были ограничены 30 дБ и не позволили оценить предельные характеристики XPD-антенны. Для использования в действующей линии рекомендован другой тип антенны – V/H в качестве двойной антенны.

Главный вывод, который был сделан по результатам испытаний, – организация высокоскоростных систем, таких как 2xSTM-1 или STM-4, с поляризационным уплотнением на высоких частотах (13 ГГц и выше), возможна при использовании антенн с высокими показателями XPD и наличием системы XPIC. Основным фактором деградации характеристик RSL являются атмосферные осадки. Влияние кроссполяризационных помех может быть уменьшено путем использования антенн с высокими значениями XPD и устройств XPIC. Даже при установке стандартной антенны CCDP $0^\circ/90^\circ$ ожидаются практически такие же характеристики, что и в системе с одной поляризацией. Вращение установочного угла антенны на 45° минимизирует различия характеристик между вертикальной и горизонтальной поляризацией.

Таким образом, предлагаемый метод оптимален для использования на линиях передачи с двойной поляризацией. Однако все антенны существующих в мире систем установлены в $0^\circ/90^\circ$, поэтому прежде чем устанавливать антенны CCDP в 45° , необходимо выявить возможные проблемы с помехами. ◀

ЛИТЕРАТУРА

- Бобков В. Ю., Ефимов М. В., Киселев А. М. Построение сетей радиорелейной связи на базе оборудования NEC // Инфо-сфера. 2003. №19. С. 48-50.
- Бобков В. Ю., Ефимов М. В., Киселев А. М. Пути повышения пропускной способности систем радиодоступа «точка – точка» // Connect! 2004. №10. С. 70-72.
- ITU-R Recommendation G.826. Error performance of an international digital connection forming part of an integrated services digital network.
- ITU-R Recommendation P.530-8. Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems.