

*Кокотов О.В., к.т.н., доцент,
ДП «Український державний центр радіочастот»,
м. Київ, Україна*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕМС РЕЗ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ З РЕЗ РУХОМОГО ЗВ'ЯЗКУ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛІННЯ В СМУЗІ РАДІОЧАСТОТ 470 – 862 МГц

Наступним етапом розвитку мобільного зв'язку в Україні є впровадження радіотехнології четвертого покоління LTE з одночасною експлуатацією мереж GSM та UMTS, що викликає дефіцит радіочастотного ресурсу. Одним з шляхів подолання цієї проблеми є прийняте європейськими країнами рішення про використання мережами мобільного зв'язку діапазонів радіочастот першого і другого цифрових дивідендів. В доповіді розглянуті механізми завадового впливу між РЕЗ LTE та ЦНТВМ. Надані рекомендації щодо забезпечення ЕМС РЕЗ стандартів DVB-T та DVB-T2 з РЕЗ LTE.

*Oleg Kokotov, Ph.D., associate professor,
State Enterprise "Ukrainian State Centre of Radio Frequencies",
Kyiv, Ukraine*

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION AND 4G MOBILE COMMUNICATIONS IN THE 470 – 862 MHz FREQUENCY BAND

The next stage of mobile communication development in Ukraine is the 4G introduction. The GSM, UMTS and LTE simultaneous operation results to the radio frequency resource shortage. One of the way to overcome this problem is to use the radio frequency bands of the first and the second digital dividend for mobile communication networks, as in European countries. The report considers the mechanisms of interference influence between the LTE and DTT REFs. Also, the report represents the recommendations ensuring the EMC of DVB-T and DVB-T2 with LTE.

Смуга радіочастот 790 - 862 МГц є гармонізованою смугою радіочастот, яка розподілена WRC-07 для мереж мобільного стільникового зв'язку ІМТ (як правило, LTE800) у Регіоні 1. Ця смуга радіочастот є прилеглою до смуг радіочастот, які в найближчий перспективі будуть зайняті ЦНТВМ стандартів DVB-T та DVB-T2. Частотний план для LTE800 був розроблений СЕРТ [1,2,3] для двох парних смуг радіочастот 2 x 30 МГц з дуплексним інтервалом 11 МГц, він заснований на блоках розміром 5 МГц і має зворотний напрямок дуплексу (низхідна лінія FDD починається з 791 МГц, а висхідна лінія зв'язку FDD починається з 832 МГц), це дозволяє розгортання LTE FDD блоками по 5 МГц або по 10 МГц. Для отримання частотного плану з блоками по 10 МГц, блоки по 5 МГц мають бути об'єднані попарно.

Частотним планом передбачена захисна смуга шириною 1 МГц між верхньою межею 60 телевізійного каналу (ТВК) ЦНТВМ і першим блоком радіочастот низхідної лінії зв'язку базової станції LTE. Завдяки невеликому захисному інтервалу та враховуючи те що між трансляцією ЦНТВМ і експлуатацією мобільних мереж стільникового зв'язку є суттєві відмінності, існують деякі сценарії завадового впливу. Це необхідно враховувати для того щоб забезпечити електромагнітну сумісність між стільниковим зв'язком та ЦНТВМ.

Сценарії завадового впливу можуть бути описані наступним чином:

- Вплив ЦНТВМ на мобільну мережу, в цьому сценарії співіснування РЕЗ ЦНТВМ може діяти як джерело завад для LTE. В залежності від частоти, може відбуватися вплив на приймач терміналу користувача LTE.

- Вплив LTE на ЦНТВМ може відбуватися за наступними сценаріями:

у 59 - 60 ТВК за рахунок позасмугових випромінювань передавачів БС LTE800 [4];

у 57 - 60 ТВК блокування вхідних ланцюгів приймача DVB-T/T2 за рахунок сильного сигналу передавачів БС LTE800 при перевищенні захисних відношень сигнал/завада для ЦНТВМ;

у верхніх ТВК від сигналу на дзеркальній частоті термінального обладнання LTE800;

блокування вхідних ланцюгів приймача DVB-T/T2 через сильний сигнал термінального обладнання LTE800.

Механізми завадового впливу, які описані вище, є наслідком характеристик приймачів, передавачів і обраного СЕРТ частотного плану FDD з вузькою захисною смугою між LTE800 та ЦНТВМ. Проблеми завадового впливу будуть особливо відчутні на краю зон обслуговування передавачів ЦНТВМ у верхніх 57 - 60 ТВК, при цьому 60 ТВК буде особливо вразливим від радіозавад з боку LTE800.

Для зменшення завадового впливу пропонується ряд рішень:

1) Використання смугових фільтрів з високою крутизною в передавачах БС LTE800 для забезпечення додаткового захисту. Цей варіант доцільно використовувати в останню чергу, коли інші методи не дають результат.

2) Обмеження ЕІВП базових станцій, зони обслуговування яких перетинаються з зонами покриття РЕЗ ЦНТВМ, що працюють на 60 ТВК. Як правило, цей спосіб доцільно використовувати в тих областях, де виявлено, що конкретна БС LTE800 (або тільки один з її секторів) викликають завадовий вплив на велику кількість приймачів ЦНТВМ.

3) Вибір поляризації антени передавачів БС LTE протилежної до тієї, що використовують передавачі ЦНТВМ 59 - 60 ТВК, якщо їхні зони обслуговування перетинаються.

4) Перенаправлення антени приймача ЦНТВМ на альтернативний найближчий РЕЗ DVB-T/T2, там де охоплення території ЦНТВМ це дозволяє.

5) Використання направлених антен для прийому DVB-T/T2 радіосигналу. Ефективність застосування цього способу залежить від частотних характеристик приймальної антени та її діаграми направленості. При завадовому впливі на приймач ЦНТВМ, в першу чергу, треба спробувати дещо змінити кут напрямку антени ЦНТВМ, що може привести до зниження рівня приймаемого завадового радіосигналу від БС LTE800 і, таким чином, поліпшити умови для прийому DVB-T/T2 радіосигналу.

6) Усунення завад за рахунок спільного використання сайту (антенної щогли) для передачі радіосигналу ЦНТВМ та радіосигналу БС LTE800, тим самим гарантуючи, що різниця між бюджетами радіолінії ЦНТВМ і LTE800 у приймачу DVB-T/T2 буде падати в межах, які визначені захисними співвідношеннями. Це дозволить усунути ефект від того що різниця між радіосигналами БС та ЦНТВМ буде менше захисного відношення за рахунок того, що РЕЗ ЦНТВМ розташований на більшій відстані ніж БС.

7) Використання відповідного попереднього підсилювача радіосигналу DVB-T/T2. Попередні підсилювачі повинні розташовуватися якомога ближче до антени (краще безпосередньо на антені), щоб виключити можливість виникнення додаткового шуму, спричиненого з'єднувальними елементами між антеною та підсилювачем.

8) Усунення радіозавад, які проникають на вхід приймача ЦНТВМ через елементи антенного спуску.

9) Розгляд альтернативних частотних планів для діапазону LTE800. Наприклад, частотний план СЕРТ для TDD [3] дозволить забезпечити більший захисний інтервал між мобільною і радіомовною службами. Це дозволило б спростити проектування фільтрів, які можуть або бути модернізовані, або в конструкції приймачів ЦНТВМ, щоб дозволити розв'язати між собою приймачі ЦНТВМ і передавальне обладнання LTE800.

10) Одним з ефективних шляхів вирішення проблем з завадовим впливом на ЦНТВМ від LTE800 є скорочення робочого діапазону приймачів ЦНТВМ з 470 - 862 МГц до 470 - 790 МГц.

Література

1. *CEPT Report 30 “The identification of common and minimal (least restrictive) technical conditions for 790 - 862 MHz for the digital dividend in the European Union”, 30 October 2009.*
2. *CEPT Report 31 “Frequency (channelling) arrangements for the 790-862 MHz band” (Task 2 of the 2nd Mandate to CEPT on the digital dividend), 30 October 2009.*
3. *ECC Decision of 30 October 2009 on harmonised conditions for Mobile/Fixed Communications Networks (MFCN) operating in the band 790-862 MHz.*
4. *Commission decision of 6 May 2010 on harmonised technical conditions of use in the 790-862 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the European (2010/267/EU).*