

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ ЦИФРОВОГО МОВЛЕННЯ

С.А. Макаров, В.П. Поздняк, Г.Ю. Дукін
(Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба)

На підставі вимог першої сесії Регіональної конференції з радіозв'язку проведений частотний аналіз електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів спеціальних користувачів та наземного цифрового мовлення стандартів DVB-T та T-DAB.

електромагнітна сумісність, радіоелектронні засоби, цифрове мовлення

Постановка проблеми. Концепція розвитку зв'язку України до 2010 року, що затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 19 грудня 1999 року № 2238, передбачає введення в дію на території України ефірного цифрового телевізійного мовлення.

Застосування методів і засобів цифрового телебачення – це нова ступінь розвитку телевізійної техніки. Перехід до цифрового телебачення дає значне збільшення числа телевізійних каналів, підвищення якості зображення і звуку, розширення функціональних можливостей телевізійних систем. Розвиток систем супутникового цифрового телевізійного мовлення стандарту DVB-S обумовив необхідність створення нових принципів передачі телевізійного зображення. Перспективною на даний час є система наземного ефірного цифрового телебачення DVB-T, що використовує смугу частот існуючих систем аналогового телебачення [1].

Міжнародна угода в межах міжнародної спілки електровз'язку (МСЕ) "Честер-97" передбачає, що частотне планування наземного цифрового телебачення (НЦТБ) буде проводитися в III (174 – 230 МГц) метровому, IV (470 – 582 МГц) і V (582 – 862 МГц) дециметрових діапазонах хвиль. Угода "Честер-97" передбачає доступність смуги частот 216 – 230 МГц III-го діапазону для частотного планування радіоелектронних засобів (РЕЗ) наземного цифрового звукового мовлення (НЦЗМ).

У 2001 році рада МСЕ прийняла Резолюцію 1185 (модифікація цієї угоди затверджена в 2003 році), яка передбачала проведення Регіональної конференції з радіозв'язку (РКР) по перегляду Європейської радіомовної угоди, прийнятої в Стокгольмі в 1961 році, в діапазонах частот 174 –

230 МГц і 470 – 862 МГц. Резолюцією 1185 передбачено також процедури спільного використання смуг частот 174 – 230 МГц і 470 – 862 МГц радіомовною та іншими службами, яким вони вже надані.

Результатом роботи першої сесії РКР (РКР-2004), що відбулася у Женеві в період з 10 по 28 травня 2004 р., стало ухвалення рамкової угоди щодо цифрових мовних служб. Сформований технічний базис для їхнього планування на частотах 174 – 230 МГц та 470 – 862 МГц для країн Європи й Африки (Регіон 1), а також Ісламської Республіки Іран у Регіоні 3. Перша сесія РКР-2004 ухвалила рішення щодо проведення пробного планування для розробки проекту Плану цифрового наземного мовлення у смугах частот 174 – 230 МГц і 470 – 862 МГц, що повинен бути прийнятий у 2006 р. на другій сесії Конференції (РКР-2006). Крім того, РКР-2004 визнала необхідним провести до початку РКР-06 ряд досліджень у рамках МСЕ-Р. Зокрема, були прийняті Резолюції [СОМ4/2], [СОМ4/3] (РКР-2004). У даних Резолюціях у вирішальній частині МСЕ-Р пропонується:

1. [СОМ4/2] «...провести додаткові дослідження, як питання першорядності, що спрямовані на створення критеріїв захисту систем наземного цифрового телевізійного мовлення, що інтерферують з іншими системами, які працюють на первинній основі у смугах 174 – 230 МГц і 470 – 862 МГц, по котрих не міститься інформації у Рекомендації МСЕ-Р ВТ.1368- 4»;

2. [СОМ4/3] «...провести на терміновій основі додаткові дослідження з розробки захисних критеріїв для інших типів систем повітряної радіонавігації, в тому числі радарів, при взаємних завадах із системами DVB-T у смугах 223 – 230 МГц, 585 – 610 МГц і 645 – 862 МГц, для яких відсутня інформація у Додатку 2 до Розділу 4 звіту першої сесії РКР для другої сесії».

У Додатку 2 до Розділу 4 звіту першої сесії конференції РКР наведено критерії захисту для радіотехнічної системи ближньої навігації (РСБН), що наведені в табл. 1, де напруженість поля, що підлягає захисту – 42 дБ (мкВ/м); висота приймальної антени – 10 м; тип коду служби – АА8; сигнал завади – DVB-T (8 МГц); Δf – частотне рознесення між джерелом завади та приймальним пристроєм РСБН в МГц; PR – зміна напруженості поля.

Таблиця 1

Захисні відношення для РСБН

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|-----|------|------|-------|-------|-------|
| Δf (МГц) | -10,0 | -8,0 | -6,0 | -4,0 | -2,0 | 0,0 | +2,0 | +4,0 | +6,0 | +8,0 | +10,0 |
| PR (дБ) | -50,0 | -27,0 | -16,0 | -5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -5,0 | -16,0 | -40,0 | -52,0 |

В Україні діапазон 174 – 230 МГц використовується для радіоелектронних засобів (РЕЗ) телебачення та спеціальних користувачів, діапазон 470 – 638 МГц відведений для телебачення та радіомовлення, а діапазон 638 – 790 МГц використовується для радіомовлення, телебачення та радіонавігаційних служб.

Діапазон 790 – 862 МГц використовується повітряними радіонавігаційними службами, системами мобільного зв'язку та телебаченням.

В дециметровому діапазоні хвиль в смугах частот 654 – 686 МГц, 726 – 758 МГц та 766 – 862 МГц на первинній основі працюють РЕЗ спеціальних користувачів.

Мета роботи полягає у перегляді норм електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів цифрового телебачення і радіоелектронних засобів спеціальних користувачів у зв'язку з введенням в дію нових принципів кодування ефірних телевізійних сигналів.

Основний зміст досліджень. Для проведення зазначених досліджень потрібна інформація про критерії захисту засобів повітряних радіонавігаційних служб (ПРНС), які використовуються у смузі частот 645 – 862 МГц, та засобів спеціальних користувачів, які використовуються у смузі частот 174 – 230 МГц.

Відповідно до положення 5.312 РР смуга 645 – 862 МГц розподілена у декількох країнах на первинній основі ПРНС, до якої відносяться:

- РСБН;
- вторинні радары керування повітряним рухом (КПР), які утримують наземний радар і бортовий авіаційний відповідач;
- первинні аеродромні й маршрутні радары КПР і контролю повітряного простору.

У зв'язку з цим нагальним стає питання визначення критеріїв захисту систем повітряної радіонавігаційної служби та інших РЕЗ спеціальних користувачів при взаємних завадах з системами мовлення стандартів DVB-T та T-DAVB.

На вищезазначеному підґрунті проведено частотний аналіз РЕЗ спеціальних користувачів і РЕЗ наземного цифрового мовлення у смугах частот 174 – 230 МГц і 470 – 862 МГц.

Результати аналізу наведені у табл. 2.

Проведений частотний аналіз умов сумісного функціонування радіоелектронних засобів спеціальних користувачів та наземного цифрового мовлення визначає можливі канали проникнення ненавмисних радіоперешкод, які є основними каналами впливу випромінювання передавачів цифрового мовлення:

Результати аналізу

| Рецептори | Джерело перешкоди | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | Частота роботи передавачів цифрового мовлення, МГц | | | | |
| Назва групи апаратури | Третя субгармоніка 58–76,6, 156,6–287,3 МГц | Друга субгармоніка 87–115, 235–431 МГц | Основна частота 174–230, 470–862 МГц | Друга гармоніка 348–460, 940–1724 МГц | Третя гармоніка 522–690, 1410–2586 МГц |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Радіостанції та радіоприймачі МХ-ДМХ діапазону | впливає на ДМХ | впливає | ні | впливає на ДМХ | ні |
| 2. Радіовисотоміри (РВ) великих висот | ні | ні | впливає | ні | ні |
| 3. РВ малих висот | ні | ні | ні | ні | впливає |
| 4. Маркерний радіоприймач | впливає | ні | ні | ні | ні |
| 5. Автоматичний радіокомпас | ні | впливає | ні | ні | ні |
| 6. Літакові відповідачі | ні | ні | впливає | впливає | ні |
| 7. Апаратура міжлітакової навігації | ні | ні | впливає | ні | ні |
| 8. Апаратура ближньої навігації та посадки | ні | впливає | ні | ні | ні |
| 9. Радіодальномір | ні | ні | ні | впливає | ні |
| 10. Радіорелейні станції (РРС) Р-404, Р-414 | ні | ні | ні | впливає | впливає |
| 11. РРС Р-409 | впливає | впливає | впливає | впливає | ні |
| 12. РРС Р-405 | впливає | впливає | ні | впливає | ні |
| 13. РРС Р-415НВ | впливає | впливає | ні | впливає | ні |
| 14. РРС Р-151ВЧ | ні | ні | впливає | ні | впливає |
| 15. РРС Р-419А | впливає | впливає | впливає | впливає | впливає |
| 16. Тропосферні станції Р-410, Р-420-10 | ні | ні | впливає | ні | впливає |
| 17. Диспетчерські радіолокатори | ні | ні | впливає | ні | ні |
| 18. РСБН | ні | ні | впливає | впливає | ні |
| 19. Автоматичні пеленгатори | впливає на ДМХ | впливає на МХ | ні | впливає на ДМХ | ні |
| 20. Радіолокатори Екран-85, ТРЛК-10, "Иртыш", Корень-АС | ні | ні | впливає | впливає | ні |
| 21. Інструментальні системи посадки | ні | ні | впливає | впливає | ні |

– за основним каналом бортової апаратури міжлітакової навігації; літакового відповідача; радіовисотоміра великих висот; наземної радіотехнічної системи ближньої навігації; інструментальної системи посадки; радіолокаційних станцій ДРЛ-7, Екран-85, ТРЛК-10, "Иртыш", Корень-АС; радіорелейних станцій Р-409, Р-151ВЧ, Р419; тропосферних станцій Р-410, Р-420 – випромінювання передавачів цифрового мовлення в основному діапазоні;

– за основним каналом бортових та наземних авіаційних радіостанцій діапазону ДМХ, маркерних радіоприймачів, радіорелейних станцій Р-409, Р-405, Р-415НВ, Р-419, автоматичних радіопеленгаторів діапазону ДМХ – випромінювання передавачів цифрового мовлення на третій субгармоніці;

– за основним каналом бортових та наземних авіаційних радіостанцій діапазону МХ-ДМХ, радіокомпаса, апаратури ближньої навігації та посадки, радіорелейних станцій Р-409, Р-405, Р415В, Р-419, автоматичних радіопеленгаторів – випромінювання передавачів цифрового мовлення на другій субгармоніці;

– за основним каналом бортових та наземних авіаційних радіостанцій діапазону ДМХ; автоматичних радіопеленгаторів діапазону ДМХ, наземної та бортової радіотехнічної системи ближньої навігації; літакових відповідачів та радіодальномірів; радіолокаційних станцій Екран-85, ТРЛК-10, "Иртыш", Корень-АС; радіорелейних станцій Р-404, Р-414, Р-409, Р-405, Р-415, Р-419; інструментальної системи посадки – випромінювання передавачів цифрового мовлення на другій гармоніці;

– за основним каналом радіовисотоміра малих висот, радіорелейних станцій Р-404, Р-414, Р-151ВЧ, Р-419; тропосферних станцій Р-410, Р-420 – випромінювання передавачів цифрового мовлення на третій гармоніці.

Висновки та рекомендації. Спільне використання радіочастот декількома службами можливе лише за умови створення взаємно узгоджених частотних планів різних служб та забезпечення електромагнітної сумісності РЕЗ спеціальних та загальних користувачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Теория и методы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / Ю.А. Феоктистов, Л.И. Маросов и др.; под ред. Л.И. Маросова. – М.: Радио и связь, 1998. – 216 с.*

Надійшла 15.02.2006

Рецензент: доктор технічних наук, професор В.В. Поповський,
Харківський національний університет радіоелектроніки.