

## **Проблематика впливу сучасних мобільних засобів зв'язку на роботу бортового радіоелектронного обладнання літаків Повітряних Сил**

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

### **Введення**

З кожним роком в Україні спостерігається тенденція до значного збільшення як кількості операторів, що надають послуги мобільного зв'язку, так і кількості телекомунікаційних технологій. Отже, також збільшується кількість користувачів мобільних телефонів (комунікаторів, смартфонів, кишенькових персональних комп'ютерів (КПК) тощо). Так, ще за підсумками 2004 року кількість абонентів мобільного зв'язку в Україні перевищила кількість абонентів проводного зв'язку, а на 01.10.2007 склала 53,4 млн. (активних, умовно активних і не активних), або 114,4% загальної кількості населення країни [1]. Це обумовлює необхідність дослідження питань можливого впливу використання мобільних засобів телекомунікації на якість функціонування бортового радіоелектронного обладнання (БРЕО) літаків і забезпечення безпеки польотів військової авіації.

Таким чином, **метою статті** є огляд попередніх досліджень проведення аналізу електромагнітної сумісності засобів мобільного зв'язку з радіоелектронними засобами літальних апаратів та постановка проблематики такого впливу.

### **Аналіз попередніх досліджень, керівних документів та формулювання проблеми**

Питання електромагнітної сумісності (ЕМС) радіоелектронних засобів (РЕЗ) активно досліджувались і висвітлювались багатьма авторами. Наприклад, питанням оцінки ЕМС РЕЗ різних типів, призначення і належності в тісному взаємозв'язку теорії та інженерних (розрахункових) методів оцінки присвячені [2, 3, 4]. Електромагнітна сумісність перетворилась в самостійний науково-технічний напрямок, що проникає в усі суттєві області радіоелектроніки та має комплексний (системний) характер.

Дослідження проблеми сумісної роботи засобів рухомого зв'язку та РЕЗ Повітряних Сил Збройних Сил України в останні роки в основному були спрямовані на визначення умов та можливостей експлуатації базових станцій рухомого стільникового зв'язку різних стандартів сумісно з наземними радіотехнічними засобами забезпечення польотів військової авіації.

В роботах [5-7] увага була зосереджена в основному на дослідженнях питань електромагнітної сумісності наземних засобів радіонавігації та радіолокації з базовими станціями мереж рухомого стільникового зв'язку стандартів GSM-900, EGSM-900, IS-95, UMTS. Основним завданням цих робіт є проведення досліджень проблеми можливості беззавадового функціонування наземних засобів радіонавігації, радіолокації та радіозв'язку і базових станцій мереж рухомого

радіозв'язку різних стандартів при спільному використанні смуг частот. Разом з тим в них частково було досліджено проблему EMC і відносно бортового радіоелектронного обладнання (БРЕО) літальних апаратів (ЛА) військового призначення.

В [8] виходячи з рішення ERC 97(07) від 30.06.97 проектного комітету SMG ("Спеціальна група рухомого радіозв'язку") ETSI щодо європейського розподілу спектру для мереж UMTS (IMT-2000), розподілу смуг частот 1900...2500 МГц в Україні у відповідності до [9, 10] і зайнятості радіочастотного спектру у діапазоні 2 ГГц РЕЗ спеціальних користувачів в Україні було виконано аналіз зайнятості смуг радіочастот 1,92–1,98 ГГц, 2,01–2,025 ГГц і 2,11–2,17 ГГц. За його результатами були зроблені висновки про можливість наявності ненавмисних завадових впливів при спільному використанні смуг частот існуючих радіослужб України (цивільного і військового призначення) і елементів наземного сегменту мережі рухомого зв'язку стандарту IMT-2000. Частотний аналіз, проведений відносно БРЕО літальних апаратів військового призначення, показав, що зі сторони елементів наземного сегменту мережі рухомого зв'язку стандарту IMT-2000 можливо очікувати ненавмисні завади по каналу прийому радіовисотомірів (РВ) малих висот РВ-3 і РВ-4. Разом з тим, результати вимірювань захисного відношення сигнал/завада на вході приймачів цих РВ з використанням імітаторів, при якому забезпечується прийом корисних сигналів із заданою якістю, дозволили зробити попередній (до проведення натурних випробувань) висновок про те, що вказані РВ можуть працювати сумісно з РЕЗ стандарту IMT-2000 без отримання завад.

Аналізуючи результати досліджень, що були виконані в межах оперативного завдання [7] можливо прийти до висновку, що за результатами частотного аналізу слід очікувати вплив роботи базових станцій (БС) мережі рухомого стільникового зв'язку (МРСЗ) стандарту EGSM-900 на таке БРЕО ЛА військового призначення: радіостанцій діапазону ДМХ та МХ-ДМХ бортової апаратури радіотехнічної системи ближньої навігації (канали виміру азимуту та дальності, канал опорних сигналів, канал курсу та глісади).

Аналіз доступної дослідникам науково-технічної літератури та публікацій в періодичних виданнях свідчить, що проблемі сумісного беззавадового функціонування БРЕО і РЕЗ мереж рухомого стільникового зв'язку також приділяється увага.

Так, в [11], що опублікована за результатами досліджень з вказаної проблематики, акцентовано увагу на тому, що ефективно застосування радіочастотного спектру в смузі 900 МГц при спільному функціонуванні вказаних систем неможливо без детальної оцінки EMC і розробки умов беззавадової роботи РЕЗ із урахуванням їх розміщення. Автори звертають увагу також на те, що апріорна невизначеність місця розташування радіоелектронних засобів МРСЗ стандарту GSM-900 та літальних апаратів з їх БРЕО не дозволяє використати традиційну методику оцінки EMC наземних стаціонарних РЕЗ. Це спонукало їх запропонувати методику оцінки EMC РЕЗ мережі рухомого стільникового зв'язку стандарту GSM-900 і бортового обладнання (БО) радіотехнічної системи ближньої навігації (РСБН) із урахуванням мобільності РЕЗ, діапазону змін висот польоту і віддалення ЛА від наземних маяків і базових (абонентських) станцій мережі рухомого зв'язку стандарту GSM-900. Представлено також опис алгоритму формування обмежень на роботу РЕЗ мережі рухомого зв'язку стандарту GSM-900 в інтересах забезпечення їх EMC з бортовим обладнанням системи ближньої навігації та посадки, сутність роботи якого полягає у послідовному аналізі усіх пар "БС – РСБН/ПРМГ" і "АС (абонентська станція) – РСБН/ПРМГ".

Крім теоретичних на увагу заслуговують і експериментальні дослідження з розглядаємої проблеми. Так, в [12] узагальнені результати експериментальних досліджень з визначення захисних відношень для РЕЗ повітряної радіонавігації в умовах впливу завад від передаючих пристроїв МРСЗ. Дані, що були отримані за результатами вимірювань, дозволили визначити попередні захисні відношення (ЗВ) для режимів "навігація" (канали азимута і дальності) та "посадка" (канали курсу і глисади) РСБН, які в подальшому були уточнені після проведення "льотних" вимірювань. Отримані значення ЗВ дозволили прийти до висновку про можливість роботи РЕЗ мереж рухомих систем зв'язку (РСЗ) і БРЕО РСБН без загрози виникнення взаємних завад.

Слід також відмітити, що з проблематики, яка розглядається, періодично проводяться спеціалізовані міжнародні конференції. Так, наприклад, з 22 вересня по 3 жовтня 2003 року в Монреалі проходила одинадцята аеронавігаційна конференція ІКАО, тематикою якої були перешкоди роботі авіаційних систем зв'язку та радіонавігації [13]. Були розглянуті результати Всесвітньої конференції радіозв'язку МСЕ (ВКР-2003), вплив на використання авіаційного електромагнітного спектра та зроблені наступні рекомендації:

- не дозволяти використовувати мобільні телефони на борту повітряних судів у польоті;
- активізувати діяльність по захисту бортових авіаційних систем радіозв'язку й навігації від перешкод;
- оцінити необхідність розробки положень ІКАО, що стосуються використання портативних комп'ютерів і стільникових телефонів на борту повітряних суден.

Проблема використання мобільних телефонів вирішується в цивільній авіації. На цей час Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО) рекомендовано авіакомпаніям і авіаперевізникам не дозволяти користуватися мобільними телефонами в літаках під час виконання польоту [14]. Надання таких рекомендацій передувало проведенню досліджень. Так, наприклад, відомством цивільної авіації Великобританії (САА) ще у 2000-2003 роках проведено дослідження за результатами якого рекомендовано авіаперевізникам зберегти заборону на використання мобільних телефонів в літаках з огляду на те, що є небезпека виникнення перешкод функціонування бортового навігаційного та комунікаційного обладнання. Було проведено ряд тестів, під час яких бортове радіоелектронного обладнання (БРЕО) піддавалось впливу радіосигналів ідентичних тим, що випромінюються мобільними телефонами. За їх результатами був виявлений цілий ряд несприятливих ефектів, в тому числі й сильний шум в головних гарнітурах пілотів. Підтвердженням викладеному є те, що за період з березня 1996 року по грудень 2002 року САА зареєстровано 35 інцидентів, що пов'язані з впливом стільникових телефонів на безпеку польотів.

Починаючи з 2008 року, на розсуд авіакомпаній, на борту літаків дозволена установка базових станцій з передачею інформації наземним абонентам через супутник ретранслятор. Першою такою кампанією буде AIR FRENC [15].

З вищевикладеного видно, що протягом вже багатьох років перешкоди в роботі авіаційних систем радіозв'язку та радіонавігації викликають стурбованість авіаційного співтовариства. Дані перешкоди можна класифікувати як перешкоди створювані не авіаційними і перешкоди створювані авіаційними радіочастотними джерелами на борту повітряних суден (ПС) і на землі.

Перешкоди, створювані не авіаційними джерелами можна класифікувати в такий спосіб:

- перешкоди, що виникають у результаті спільного використання смуг частот авіаційними та не авіаційними службами;

- перешкоди, створювані системами радіозв'язку, що функціонують у смугах частот за межами авіаційних смуг частот (такі, як ЧМ - радіомовлення);

- перешкоди, обумовлені ненавмисним випромінюванням устаткування, що використовує радіочастотну енергію, у тому числі і персональні електронні пристрої (персональні електронні обчислювальні машини, аудіообладнання і т.п.), які перевозяться та використовуються пасажирями на борту літака.

Як правило, міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ) бере участь у створенні необхідних умов для забезпечення сумісності між відповідними службами, для того щоб гарантувати безпечне функціонування авіаційних систем радіозв'язку, навігації та телекомунікаційних систем.

Відносно перешкод, що створюють електронні пристрої пасажирів, як правило, діяльність по стандартизації здійснюється в регіональних організаціях, державах, що займаються стандартизацією в галузі електрозв'язку.

Державні стандарти на таке обладнання (портативні комп'ютери, аудіообладнання), як правило, вводяться без урахування перешкод, які можуть створюватися таким обладнанням при використанні на борті повітряного судна.

На території України в даний момент в плані безпеки польотів авіації діють наступні документи:

- Повітряний кодекс України [16], який регулює діяльність користувачів повітряного простору України з метою задоволення інтересів України та її громадян і забезпечення безпеки авіації;

- Положення про використання повітряного простору України [17]. Це положення визначає порядок організації та використання повітряного простору України і забезпечення безпеки авіації;

- Державна програма авіаційної безпеки цивільної авіації [18]. Основним завданням програми є здійснення заходів із забезпечення захисту, охорони та безпеки пасажирів, об'єктів радіонавігаційного забезпечення та ін.

Однак ні в одному з вище зазначених документів питання про організаційно - технічні заходи, що виключають вплив мобільних телефонів, використовуваних пасажирями, на бортове радіоелектронне обладнання, не висвітлений.

## **Висновок**

Таким чином, при значній кількості досліджень і публікацій задачі оцінки забезпечення ЕМС БРЕО військової авіації і мобільних телефонів мереж рухомого стільникового зв'язку різних стандартів не вирішено та проблемі приділяється ще не досить достатня увага. Наслідки впливу роботи засобів рухомого зв'язку на якість функціонування бортового радіоелектронного обладнання військової авіації в прямій постановці на цей час детально не досліджувались і відповідно організаційно-технічні заходи, спрямовані на забезпечення сумісного беззавадового використання БРЕО ЛА та мобільних телефонів, не розроблялись.

Подальше впровадження на території України телекомунікаційних технологій вимагає проведення наукових досліджень їх ЕМС з БРЕО військових літальних апаратів.

## Список литературы

1. Галузь інформаційно-комунікаційних технологій: підсумки роботи за 9 місяців 2007 року /Прес-служба Державного департаменту з питань зв'язку та інформатизації.
2. Теория и методы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств /Ю.А. Феоктистов, В.В. Матасов, Л.И. Башурин и др. /Под редакцией Ю.А. Феоктистова – М.: Радио и связь, 1988.-216 с.
3. Виноградов Е.М., Винокуров В.И., Марченко И.П. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. –Л.:Судостроение, 1986.-264с.
4. Князев А.Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1984. – 346 с.
5. Дослідження можливостей роботи базових станцій стандарту GSM-900 з груповим використанням каналів за умов забезпечення EMC з РЕЗ спеціального призначення: Звіт про НДР „Смуга-900-А” ; інв.№1298. –Харків: ПОВРА, 2004. - 610 с.
6. Дослідження можливостей роботи базових станцій стандарту GSM-900 з груповим використанням каналів за умов забезпечення EMC з РЕЗ спеціального призначення: Звіт про НДР „Смуга-900-2” ; інв.№1307. –Харків: ПОВРА, 2004. - 815 с.
7. Дослідження умов та можливостей сумісного використання електромагнітного спектру авіаційними радіоелектронними засобами та станціями рухомого стільникового зв'язку стандарту EGSM-900 з використанням груп каналів (смуг радіочастот): Звіт про оперативне завдання. - Харків: ХУПС, 2007. -362 с.
8. Дослідження умов сумісного функціонування радіоелектронних засобів Повітряних Сил Збройних Сил України та засобів системи рухомого зв'язку стандарту IMT-2000: Звіт про НДР „Покоління” ; №ДР 0101U000611; інв.№ 15966. - Харків: ХУПС, 2007. -101 с.
9. Національна таблиця розподілу смуг радіочастот України. –/Постанова Кабінету Міністрів України від 15 грудня 2005 р. № 1208.
10. План використання радіочастотного ресурсу України /Постанова Кабінету Міністрів України від 9 червня 2006 р. № 815.
11. Миханов Н.П., Ягольников С.В. Методика оценки электромагнитной совместимости бортового оборудования радиотехнической системы ближней навигации и посадки и РЭС сотовых систем сухопутной подвижной радиосвязи общего пользования федерального стандарта GSM – 900 // Радиотехника. – 2004. – № 5. -С.43-49.
12. Баскаков В.В, Быховский М.А., Высочин В.П. и др. Результаты экспериментальных исследований по определению защитных отношений для радиоэлектронных средств воздушной радионавигации при воздействии помех от передающих систем подвижной радиосвязи // Электросвязь. –1993. - №8. -С.28-29.
13. Помехи работе авиационных систем радиосвязи и радионавигации /11-я аэронавигационная конференция. Монреаль, 22 сентября – 3 октября 2003 года. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.icao.int>
14. "Computerworld" 19/05/2003 №19 - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osp.ru>.
15. <http://mobit.info/iten/4272>.
16. Повітряний кодекс України / Закон України від 4 травня 1993 року № 3167-XII.
17. Положення про використання повітряного простору України /Постанова Кабінету Міністрів України від 29 березня 2002 р. № 401.
18. Державна програма авіаційної безпеки цивільної авіації /Закон України від 20.02.2003 № 545-IV.