

УДК 629.396

ОЦІНКА ТРОПОСФЕРНИХ РАДІОРЕЛЕЙНИХ СТАНЦІЙ ЗА КРИТЕРІЄМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ БЕЗПЕКИ

Наритник Т.М.

НДІ телекомунікацій НТУУ «КПІ»

e-mail:director@mitris.com

Анотація – Розглянуті підходи щодо оцінки тропосферних станцій за критерієм електромагнітної безпеки та наведені порівняльні дані електромагнітної безпеки різних моделей станцій. Обґрунтована необхідність переходу на принципово нові інфокомунікаційні технології при проектуванні тропосферних радіорелейних ліній нового покоління.

EVALUATION OF TROPOSPHERIC SCATTER RADIO-RELAY STATIONS ACCORDING TO THE CRITERION OF ELECTROMAGNETIC SAFETY

Narytnik T.M.

SRI of telecommunications NTUU "KPI"

e-mail:director@mitris.com

Abstract - Approaches to the estimation of tropospheric stations criterion electromagnetic safety and comparative data on electromagnetic safety of different models of stations. The necessity for the transition to a fundamentally new information and communication technologies when designing tropospheric scatter radio-relay lines of the new generation.

І ВСТУП

Динамічний розвиток телекомунікаційних систем супроводжується появою ряду нових проблем, які мають не тільки технологічні, економічні, але також і екологічні аспекти. В теорії та практиці проектування телекомунікаційних систем сформувався новий напрям – забезпечення електромагнітної безпеки [1-8]. Прогнозування електромагнітної обстановки навколо технічних засобів телекомунікацій для забезпечення електромагнітної безпеки людини, яка знаходиться в зоні впливу випромінюючих об'єктів, є одним із головних факторів при виборі технічних рішень при плануванні розміщення, проектуванні і експлуатації випромінюючих технічних засобів телекомунікаційних систем [9-10]. Одним із перспективних напрямів телекомунікацій є створення тропосферних радіорелейних станцій, які до останнього часу вважались системами з надзвичайно великими енергетичними потенціалами випромінюючих радіоелектронних засобів.

На тропосферних радіорелейних лініях сигнал далеко за горизонтом створюється в результаті розсіяння електромагнітної енергії на неоднорідностях, завжди існуючих в нижніх шарах атмосфери - тропосфері. Використання дальнього тропосферного розповсюдження УКВ дає можливість створювати радіорелейні лінії з відстанню між станціями до 250 - 300 км. При розташуванні станцій на природних висотностях це розставлення в окремих випадках може бути збільшено до 400 - 450 км.

При тропосферному розповсюдженні УКВ має місце дуже сильне ослаблення сигналу на трасі, тому для забезпечення устійливої зв'язі на ТРПЛ використовуються передавачі великої потужності (3 - 10 кВт), високочувствительні приймачі і антени з великим розкриттям (20 x 20 або 30 x 30 м). Крім того, на ТРПЛ для боротьби з високими інтерференційними замираннями сигналу завжди використовується рознесенний прийом.

Тому оцінка тропосферних радіорелейних станцій за критерієм електромагнітної безпеки є актуальною.

II ГОЛОВНА ЧАСТИНА

В Україні розроблена нормативна база, яка містить в собі комплекс нормативних документів, в яких, в основному, здійснюється регламентація такого важливого параметру електромагнітного поля, як густина його потужності, тобто встановлені її гранично допустимі рівні [1]. Причому досить актуальною задачею є розробка єдиних підходів до нормування електромагнітних полів в рамках Міжнародного проекту по вивченню електромагнітних полів під егідою Всесвітньої організації охорони здоров'я [2].

Мікрохвильовий (сантиметровий) діапазон електромагнітного поля, в якому працюють сучасні тропосферні радіорелейні станції, знаходиться в межах 4,4-5,0 ГГц. Доказано, що радіохвилі з частотою вище 1 МГц приводять до нагріву тканин людини (внаслідок поглинання енергії поля). У зв'язку з цим вкрай актуальною у всьому світі є біологічна безпека [biosafety]. Біологічна безпека визначається впливом електромагнітного випромінювання на організм людини, яке зазвичай оцінюється з допомогою санітарних норм, що встановлюють допустимий межа випромінювання. Такі межі, як правило, в 50-100 раз менші значень інтенсивностей, при яких в організмі відбуваються необоротні зміни. Для України встановлена норма щільності потоку потужності $0,0025 \text{ мВт/см}^2$, без обмеження часу, а для Росії - $0,01 \text{ мВт/см}^2$, усереднена за 20 годин. Значення SAR для США прийнято $1,6 \text{ мВт/г}$ для інтервалу усереднення, рівного 30 хв. В Україні електромагнітного значення SAR не встановлені.

Дія електромагнітного випромінювання на організм людини залежить від поглинутої енергії, яка переходить в теплову енергію. Процес поглинання залежить від довжини хвилі: хвилі міліметрового діапазону поглинаються поверхневими шарами шкіри; хвилі сантиметрового – шкірою і підшкірною клітчаткою; хвилі дециметрового – внутрішніми органами; хвилі метрового – всім тілом. По інтенсивності випромінювання ділять на: малоінтенсивні – менше 10 мВт/см^2 і високоінтенсивні – більше 10 мВт/см^2 . Таке малоінтенсивне високочастотне (ВЧ) випромінювання нагріває тканину не більше, ніж на $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ за час, менший 6 хвилин (0,1 год). При інтенсивностях більших 10 мВт/см^2 значно підвищується температура (так званий тепловий ефект) опромінюваної тканини. Чітко виявлений тепловий ефект дециметрових і сантиметрових хвиль, коли температура підвищується під час опромінювання тканини. Значення 10 мВт/см^2 вибрано як деяке порогове значення тому, що в нормальних умовах тіло людини віддає в оточуюче середовище кількість теплоти, що відповідає тепловому потоку 10 мВт/см^2 поверхні. Це відповідає енерговитратам при легкій роботі. При інтенсивностях опромінювання 25 мВт/см^2 знаходиться в зоні опромінювання заборонено, а доза 100 мВт/см^2 – це найменше граничне значення інтенсивності опромінювання, яке здатне створити незворотні процеси у людини.

В якості антен тропосферні радіорелейні станції використовують апертурні дзеркальні антени із параболічним рефлектором з такими параметрами:

Діаметр антени, м	Коефіцієнт	Ширина діаграми спрямованості
-------------------	------------	-------------------------------

	підсилення антен, дБ	антени в головній пелюстці, град
2,65 м (для ТРРС «Р-423»)	39,0	1,69
1,25 м (для ТРРС «Чайка»)	32,0	3,58

Виходячи із формули для густини потоку потужності P_0 антени з коефіцієнтом підсилення G , яка випромінює потужність $P_{\text{випр}} = P_{\text{ПРД}} \cdot G$, розрахована відстань R , що відповідає граничному значенню $P_0 = 2,5 \text{ мкВт/см}^2 : R[\text{м}] = \sqrt{\frac{10^2 P_{\text{ПРД}} \cdot G}{\pi}}$, де $P_{\text{ПРД}}$ - потужність передавача на вході антени.

Маємо: для ТРРС «Р-423» ($P_{\text{ПРД}} = 1 \text{ кВт}$) - $R = 5 \text{ км}$; для ТРРС «Чайка» ($P_{\text{ПРД}} = 100 \text{ Вт}$) - $R = 0,7 \text{ км}$. Для порогового значення густини потоку потужності $P_{\text{нор}} = 10 \text{ мВт/см}^2$ отримуємо наступні значення в головному пелюстку: для ТРРС «Р-423» - $R = 50 \text{ м}$; для ТРРС «Чайка» - $R = 4,3 \text{ м}$. В усіх інших пелюстках: для ТРРС «Р-423» - $R < 3,1 \text{ м}$; для ТРРС «Чайка» - $R < 0,4 \text{ м}$.

III ВИСНОВКИ

Таким чином, ТРРС «Чайка» в порівнянні з ТРРС «Р-423» характеризується мало інтенсивним випромінюванням і відповідає нормам біологічної безпеки. Природа дає нам приклади надзвичайно раціонального використання малих і понад малих (за сучасними уявленнями) рівнів потужності для передачі великих обсягів інформації. Необхідно переходити на принципово нові технології, які б з одного боку дозволили нарощувати обсяги переданої інформації, а з іншого здійснювали б це на екологічно безпечному рівні. Перехід на нову модель (стратегію) розвитку, що розвивається науковою школою Згуровського М.З. та одержала назву моделі стійкого розвитку, є вкрай актуальним і необхідним рішенням та представляється природною реакцією щодо створення тропосферних радіорелейних систем нового покоління з використанням новітніх радіотехнологій на екологічно безпечних і ресурсозберігаючих принципах.

IV ЛІТЕРАТУРА

1. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Сан Ні П №488/1533 від 29.08.1996 р. Київ, 1966.
2. Радиочастоты и микроволны. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 16.- Женева: Совместное издание Программы ООН по окружающей среде, Всемирной организации здравоохранения и Международной ассоциации по радиационной защите. - 1984. - 145с.
3. Ильченко М.Е., Калинин В.И., Нарытник Т.Н. Экологическая безопасность и микроволновые телекоммуникационные технологии. Материалы Международного симпозиума «Инженерная экология-2009».-Москва.-2009.
4. Нарытник Т.Н., Лазоренко В.Н., Кашин С.В. О новых государственных санитарных нормах и правилах защиты населения от воздействий электромагнитных излучений. - Радиоаматор.1997.-№6 (48).- с.14-15.
5. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. - М.: Наука, 1968. - 288с.
6. Кольчугин Ю.И. Система защиты окружающей среды и человека от воздействия электромагнитных лучей //Электросвязь.-1997.-№1.-с.15-16.

7. *M.Ye. Ilchenko, T.N. Narytnik, A.I. Fisun, and O.I. Belous. Conception of Development of Millimeter and Submillimeter Wave Band.- RadioTelecommunication Systems.- Telecommunications and RadioEngineering, 67(17):1549-1564 (2008).*

8. *М.Е.Ильченко, Т.Н.Нарытник. Микроволновые телекоммуникационные технологии и биологическая безопасность. Наука і культура, №35, С.17-39.*

9. *Сподобов Ю.М. Основы электромагнитной экологии./М.Радио и связь.-2000.-240с.*

10. *Определение уровней электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 700 МГц – 300 ГГц. Методические указания ТУК 4.3.680-97-М:Интэрсэн.-1998.-40 с.*