

ОЦІНКА МІНІМАЛЬНОЇ НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ В ЗАДАЧАХ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Ткач Л. О.; Зінченко М. В., к.т.н.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Чимало завдань технічного захисту інформації передбачає оцінку граничних рівнів напруженості електромагнітного поля (ГРНП), що дозволяють ефективно здійснювати радіоелектронну розвідку. На практиці під ГРНП розуміють рівні, які в місці розташування відповідних радіоелектронних пристроїв дозволяють вести радіопередачу чи радіоприйом з суттєвими несприятливими умовами та діючими шумами, але за відсутності перешкод від джерел радіоелектронної боротьби [1, 2]. До несприятливих умов відносяться: промислові заводи у тому ж частотному діапазоні, характеристики радіоелектронного пристрою, параметри середовища поширення хвиль тощо.

Характеристиками радіоелектронного пристрою, що суттєво впливають на значення ГРНП є чутливість (коефіцієнт шуму) і ефективна шумова смуга.

Навколишнє середовище характеризується рівнем зовнішніх шумів, які поділяють за своїм походженням на природні (наприклад, атмосферні шуми тощо) та штучні (індустріальні заводи). ГРНП доцільно оцінювати за формулою:

$$E_{\text{мін}} = E_{\Sigma\text{ш}} + h_{\text{вх}},$$

де $E_{\Sigma\text{ш}}$ — сумарна напруженість внутрішніх і зовнішніх шумів у місці розташування антени радіоприймального пристрою (РПП); $h_{\text{вх}}$ — необхідне відношення С/Ш на вході РПП [3].

Сумарна потужність всіх шумів на вході приймача:

$$P_{\Sigma\text{ш}} = P_{\text{ш.вл}} + P_{\text{ш.прир}} + P_{\text{ш.інд}},$$

де $P_{\text{ш.вл}}$ — потужність власних шумів радіоприймача; $P_{\text{ш.прир}}$ — потужність природних зовнішніх шумів; $P_{\text{ш.інд}}$ — потужність індустріальних шумів.

ГРНП електричної складової поля оцінимо за виразом:

$$E_{\text{мін}} = 10\lg[E_{\text{ш.вл}}^2 + E_{\text{ш.прир}}^2 + E_{\text{ш.інд}}^2] + h_{\text{вх}},$$

де $E_{\text{ш.вл}}$ — еквівалентна напруженість власних шумів РПП, мкВ/м; $E_{\text{ш.прир}}$ — напруженість природних зовнішніх шумів, мкВ/м; $E_{\text{ш.інд}}$ — напруженість індустріальних шумів, мкВ/м.

Розрахунок еквівалентної напруженості внутрішніх шумів полягає у наступному. Якщо відома чутливість РПП u [мкВ], виміряна при заданому

вихідному відношенні С/Ш (наприклад, -12дБ) $h_{\text{вих}}$, то потужність власних шумів РПП можна наближено оцінити за формулою:

$$P_{\text{ш.вн}} = \frac{u^2}{R_{\text{вх}} h_{\text{вх}}^2},$$

де $R_{\text{вх}}$ — вхідний опір, Ом; $h_{\text{вх}}$ — відношення С/Ш на вході приймача, в разях.

На відміну від РПП з амплітудним детектором, для яких зміна відношення С/Ш на виході системи в порівнянні зі входом несуттєва, для ЧС приймачів доцільно враховувати виграш, який забезпечується частотним демодулятором. Для ідеального частотного детектора можна записати:

$$h_{\text{вих}} = 10 \lg[\sqrt{3} h_{\text{вх}} \Delta f_{\partial} / F_M].$$

На рис. 1 і рис. 2 показані залежності необхідного відношення С/Ш на вході для забезпечення відповідного відношення С/Ш на виході для РПП з амплітудним і частотним детекторами відповідно.

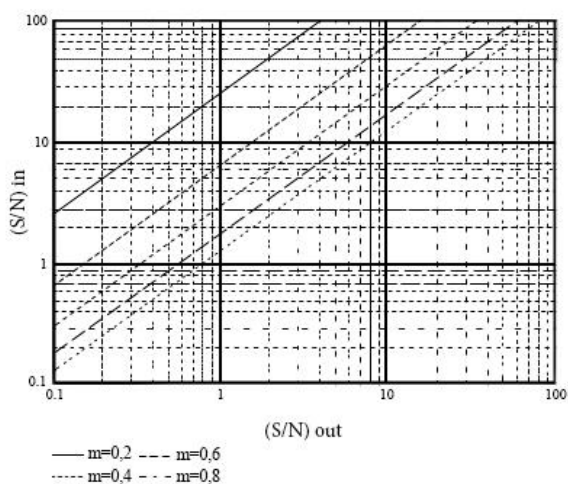


Рисунок 1. Зміна відношення С/Ш для амплітудного детектора

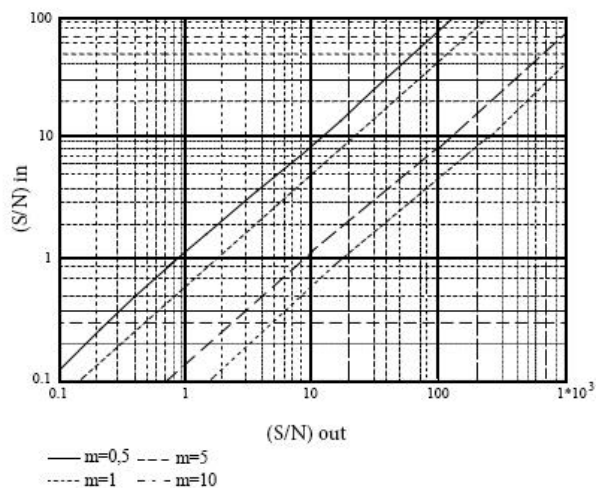


Рисунок 2. Зміна відношення С/Ш для частотного детектора

Для цифрових систем радіозв'язку необхідне вхідне відношення С/Ш визначається пороговим значенням ймовірності помилки вихідного повідомлення [4].

Отже, напруженість власних шумів приймача в місці розташування приймальної антени може бути представлено як напруженість електромагнітного поля, створюваного еквівалентним джерелом шуму, розташованим в напрямку максимуму діаграми спрямованості антени РПП, [мкВ/м]:

$$E_{\text{ш.вн}} = \frac{6.28F\eta}{300} \sqrt{\frac{120P_{\text{ш.вн}}}{G_{\text{абс}}}}, \quad (1)$$

де F — максимальна частота радіосигналу, МГц; $G_{\text{абс}} = 1,64 \cdot 10^{G/10}$ — абсолютне значення коефіцієнта підсилення антени, в разях, G — коефіцієнт підсилення антени РПП, дБ; η — втрати у фідері, в разях.

Якщо відомий коефіцієнт шуму $k_{\text{ш}}$ [дБ], то потужність внутрішніх

шумів можна оцінити, використовуючи співвідношення:

$$P_{\text{ш.вн}} = k\Delta f_3 290(10^{\frac{K_{\text{ш}}}{10}} - 1), \quad (2)$$

де $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ — постійна Больцмана, Дж/К; $T_{\text{еф}}$ — ефективна шумова температура, К; Δf_3 — смуга проміжної частоти за рівнем -3 дБ.

Підстановкою (1) в (2) можна визначити значення еквівалентної напруженості власних шумів за відомим коефіцієнтом шуму.

Таким чином, наведений аналітичний апарат дозволяє здійснити якісну оцінку граничних рівнів напруженості електромагнітного поля, за яких функціонують найсучасніші засоби радіоелектронної розвідки.

Перелік посилань

1. Хорошко В. А. Методы и средства защиты информации / В. А. Хорошко, А. А. Чекатков – К. : «Юниор», 2003. – 504 с.
2. Дональд Р. Ж. Уайт. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи / Дональд Р. Ж. Уайт. – М.: Советское радио, 1977. – 271 с.
3. Давенпорт В. Б. Введение в теорию случайных сигналов и шумов / В.Б. Давенпорт, В. Л. Рут. – М. : Изд-во Иностранной Литературы, 1960. – 468 с.
4. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи / Ю. А. Громаков. – М.: Эко-Трендз, 1997. – 237 с.

Анотація

Представлено аналітичний апарат, що дозволяє здійснити якісну оцінку граничних рівнів напруженості електромагнітного поля, за яких функціонують найсучасніші засоби радіоелектронної розвідки. При цьому показано особливості аналізу систем радіоелектронної розвідки, що використовують амплітудне чи частотне детектування. Вказано особливості застосування апарату до цифрових систем.

Ключові слова: захист інформації, радіоелектронна боротьба, напруженість поля.

Аннотация

Представлено аналитический аппарат, который позволяет осуществлять качественную оценку граничных уровней напряженности электромагнитного поля, при которых функционируют современные средства радиоэлектронной разведки. При этом показано особенности анализа систем радиоэлектронной разведки, которые используют амплитудное или частотное детектирование. Указано на особенности применения аппарата к цифровым системам.

Ключевые слова: защита информации, радиоэлектронная борьба, напряженность поля.

Abstract

The analytical technique, which allows to realize qualitative estimation of boundary levels of an electromagnetic field intensity in case of which the modern means of radio-electronic exploration operate, is presented. The analysis features of the systems of radio-electronic exploration which use amplitude or frequency detection are shown. It is pointed on the features of this technique usage to the digital systems.

Keywords: information security, radio-electronic fight, field intensity.