

Рис. 4. Пелюсткова діаграма результату прогнозу (приклад) Рис. 5. Функція належності коефіцієнта прогнозу

ВИСНОВКИ

Розглянуте вище у сукупності складає методику оцінювання рівня захисту сегменту застосування інформаційного обміну в каналах радіозв'язку, що забезпечує можливість раціонального використання засобів захисту в залежності від оперативної обстановки.

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА КАНАЛОВ РАДИОСВЯЗИ

А.Ю. Иохов, А.М. Горбов, В.Т. Оленченко

Рассматривается аналитический этап реализации защиты информационного обмена в каналах радиосвязи. Способы оценки защищенности информационного обмена. Рассчитываются коэффициенты защищенности для разных категории нарушителя. Выполняется оперативный прогноз путем расчета коэффициента защищенности. Определяется метод оценки уровня защиты сегмента применения информационного обмена в каналах радиосвязи, обеспечивает возможность рационального использования средств защиты в зависимости от обстановки.

Ключевые слова: защита информационного обмена, коэффициенты защищенности, метод оценки уровня защиты, рациональное использования средств защиты.

METHOD OF CALCULATION OF INDICATORS SECURITY INFORMATION EXCHANGE RADIO CHANNELS

A.U. Iohov, A.M. Gorbov, V.T. Olenchenko

We consider the analytic phase of information exchange in the protection channel radio. Methods for evaluating security information exchange. Calculated protection ratios for different categories of offender. Performing operational forecast by calculating the ratio of security. Is determined by evaluating the level of protection segment information exchange in the use of radio communication channels, which enables rational use of remedies depending on the situation.

Keywords: protection of information exchange, security factors, the method of evaluation of the protection, rational use of plant protection.

УДК 654.16

М.М. Степанов

Державний університет телекомунікацій, Київ

УЗАГАЛЬНЕНА БАЗОВА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВЗАЄМОДІЙ В СИСТЕМАХ РУХОМОГО ЗВ'ЯЗКУ

У статті розглянуто підхід до формування математичної моделі електромагнітних взаємодій в системах рухомого (мобільного) зв'язку з наступним її використання для усунення.

Ключові слова: електромагнітна обстановка, електромагнітна сумісність.

Вступ

Системи рухомого зв'язку (радіозв'язку, стільникового, супутникового та транкінгового) відіграють виключно важливу соціальну, організаційну, економічну та координуючу роль у сучасному інформаційному суспільстві. Їх розвиток здійснюється

Список літератури

1. Козлов В.С. Методика рейтингового оцінювання для експертного застосування [Текст] / В.С. Козлов, В.Т. Оленченко, І.О. Юзьков // Системи управління, навігації та зв'язку. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 4(12). – С. 69-74.
2. Козлов В.С. Теоретико-множинний метод експертного оцінювання / В.С. Козлов, О.О. Новикова // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 9(107). – С. 291-293.
3. Горбов О.М. Метод оцінювання рівня захисту сегменту діяльності сил охорони правопорядку / О.М. Горбов, В.С. Козлов, О.О. Новикова // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 2 (107). – С. 191-195.
4. Кокотов, О.В. Модель загроз інформації в системах беспроводного зв'язку в умовах ведення інформаційної війни / О.В. Кокотов. – К.: ВІПІ НТУУ „КІПІ”. – 2009.

Надійшло до редакції 9.02.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов. Національна академія Національної гвардії України, Харків.

(ЕМС), яка має як всередині системний, так і міжсистемний характер, що зажадало оперативного втручання з боку регламентують організацій. Відбувається перерозподіл смуг частот, раніше виділених іншим службам, удосконалюється апаратура зв'язку; впроваджуються нові більш перешкодозахищені типи сигналів і методів доступу; в самих системах зв'язку впроваджуються ряд методів, спрямованих на поліпшення електромагнітної обстановки: управління потужністю передавача абонентської станції, вибір більш вільних частотних позицій та ін. разом з тим, зазначені засоби і методи, що поліпшують електромагнітна обстановка (ЕМО), не можуть повною мірою забезпечити ЕМС, особливо в міських умовах, в години найбільшого навантаження (ГНН), поблизу великих ділових, культурних чи інших центрів, де групуються абонентські станції, що вимагає пошуку нових резервів і ефективних методів для вирішення проблеми ЕМС СРЗ. Тому завдання з забезпечення ЕМС є найактуальнішою темою досліджень.

Загальна частина

У будь-яких дослідницьких завданнях в явному або неявному вигляді завжди присутня модель як самого завдання, так і об'єкта дослідження. Найбільш достовірними вважаються фізичні моделі, які, на жаль, для галузі телекомунікацій, вельми затратні, хоча фрагменти цих моделей доступні для дослідження. Більш доступними, досить адекватними, особливо на нинішньому, цифровізованими, етапі розвитку галузі, є математичні моделі. На останніх моделях зосередимо основну увагу.

Базовою або концептуальною будемо називати таку модель, яка є досить загальною для складної системи, і з неї йдуть всі частотні моделі, які відображатимуть ті чи інші властивості складної досліджуваної системи, базуючись на цій узагальненій моделі. Як і всі інші, базова модель може бути функціональною або структурною [1]. Структурні моделі, будучи системоутворюючими, визначають структуру взаємодій між елементами системи. Структурною моделлю для досліджень електромагнітних взаємодій служать джерела випромінювань та приймачі цих випромінювань зі своїми основними, побічними, позасмугових та іншими каналами в якості елементів, а канали, по яких надходять небажані впливи характеризують наявність зв'язків елементами за рахунок яких виявляються ці впливи з тим чи іншим рівнем. В якості структурної моделі може виступити якийсь спрямований граф (рис. 1), де стрілками показані відповідні впливи. Очевидно ступінь взаємодій може визначатися повнозв'язкову графом G_{ij} , коли кожен з i каналів випромінювання приймається в кожному з j каналів прийому, або цей граф виявиться розрідженим, неполносвязним. Більш детальному дослідженню структурної моделі присвячені

роботи [2]. Базова функціональна модель відображає динаміку змін стану системи в процесі функціонування. Очевидно, для побудови такої моделі повинні бути сформульовані вихідні передумови.

Уявімо їх:

а) СРЗ являють собою дуже динамічні об'єкти як за структурою, так і за режимами, за особливостями функціонування;

б) ЕМО в СРЗ може різко змінюватися і загострюватися, особливо в ГНН, у місцях масового зосередження абонентів (у ділових центрах, при проведенні масових заходів, у транспортних пробках і ін.);

в) СРЗ мають значну нерівномірність щільності застосування на одиницю площі, особливо в містах, де ЕМО і без цього найменш сприятлива через великого числа різних небажаних випромінювань;

г) відзначається різке зростання числа випромінювань СРЗ і оператори зв'язку не завжди встигають поповнити дефіцит ресурсу при організації зв'язку в новій конфігурації СРЗ;

д) у всіх СРЗ виникають проблеми як міжсистемних взаємодій, так і всередині системних;

е) користувачі.

Функціональна математична модель такої динамічної системи повинна бути теж динамічної, диференціальною:

$$\frac{d\vec{x}(t)}{dt} = f(\vec{x}(t), t) + b\vec{x}(t), \vec{u}(t), t) + G(\vec{x}(t), \vec{n}(t), t), \quad (1)$$

де $\vec{x}(t)$ – i -мірний вектор стану системи; $f(\vec{x}(t), t)$ – $i \times i$ вектор-функція стану системи, визначає її інерційні властивості і взаємозв'язки між i – компонента; $b\vec{x}(t), \vec{u}(t), t$ – вектор-функція управління системою; $G(\vec{x}(t), \vec{n}(t), t)$ – масштабуюча функція-множник випадкових впливів в моделюється системі; $\vec{n}(t)$ – гаусів білий шум (ГБШ), джерело випадкових впливів.

Структурна схема функціональної моделі (1) представлена на рис. 2. Очевидно, якщо система чисто детермінована то $G(\vec{x}(t), t) = 0$ і третій доданок у правій частині (1) зникає.

Якщо функції $f(\vec{x}(t), t)$, $b\vec{x}(t), \vec{u}(t), t$ і $G(\vec{x}(t), \vec{n}(t), t)$, – лінійні щодо $\vec{x}(t)$, то модель такої системи лінійна станом, якщо ж хоч одна з них нелінійна, то і сама система – нелінійна. Для лінійних систем рівняння (1) представиться у вигляді:

$$\frac{d\vec{x}(t)}{dt} = F(t)\vec{x}(t) + B(t)\vec{u}(t) + G(t)\vec{n}(t), \quad (2)$$

де матриці $F(t)$, $B(t)$ і $G(t)$ – мають відповідне (1) призначення. Можливий випадок, коли всі 3 доданків у правій частині дорівнюють нулю. У цьому випадку (2) сильно спрощується:

$$\frac{d\vec{x}(t)}{dt} = 0, \quad (3)$$

Рівняння (3) справедливо для систем з постійними в часі параметрами або систем в сталому, після перехідного, стані.

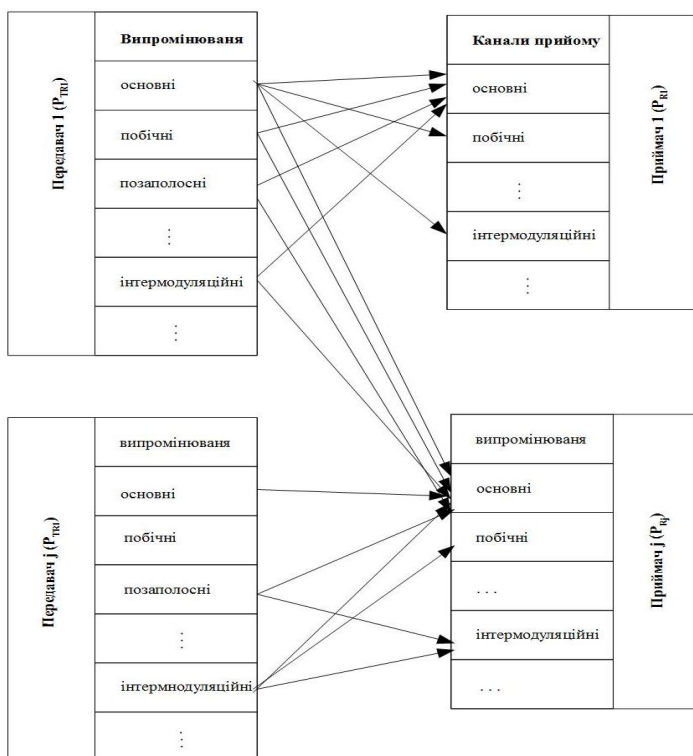


Рис. 1. Структурна модель електромагнітних взаємодій між групою передавачів та приймачів (фрагмент)

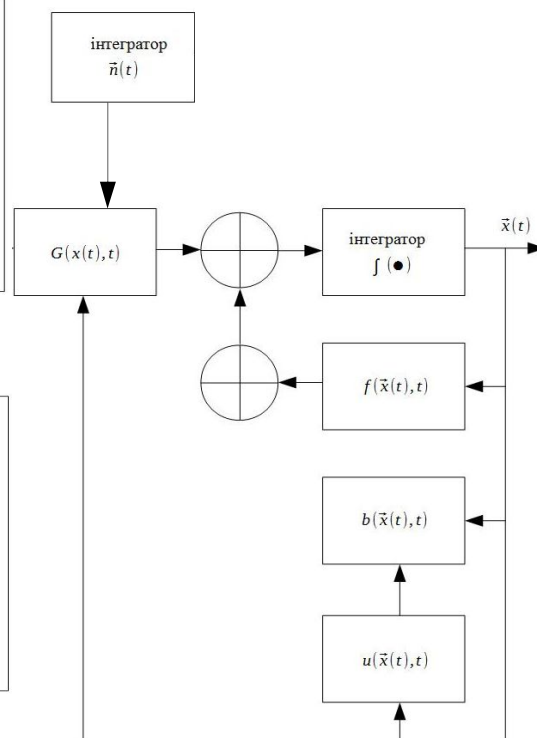


Рис. 2. Структура функціональної динамічної моделі складної керованої системи

До числа таких можуть бути віднесені або чисто детерміністские системи або системи, стан яких представляють випадкову величину, а не випадковий процес. У загальному ж випадку (1) і (2) є i -мірним математичними моделями систем, стан яких суть випадкові процеси або випадкові поля.

Базові моделі структурних та функціональних властивостей СРЗ для вирішення завдань EMC повинні бути доповнені ще концептуальними положеннями, що дозволяють ставити і вирішувати ці завдання. Очевидно, як і всі інші завдання, завдання EMC за певних умов може виявитися нерозв'язною. Однак, як показує практика, в існуючих на сьогоднішній день умовах завантаження радіочастотного спектру потрібні задовольняють усі сторони рішення знайти вдається. Це дозволяє сформулювати кілька важливих концептуальних положень:

1. Проблема EMC – проблема не оптимізованої системи. При детальному аналізі виявляється, що завжди можна знайти частотний, територіальний, тимчасовою, просторовий, поляризаційний або енергетичний ресурси, розширивши або скорегувавши використання які, можна знайти потрібне поєднання параметрів або ресурсів, яке задовольняє конфліктуючі сторони;

2. Проблема EMC специфічна тим, що угруповання РЕЗ утворює динамічне безліч, склад і електромагнітні взаємодії якого визначаються випадковими законами. Це виправдовує використання досить загальної базової моделі (1) або (2), а наявність взаємозв'язків між окремими компонен-

тами диференціальної моделі дозволяє трактувати її як ігрову модель з неантогоністичний стратегіями поведінки. При цьому управління в такій динамічній системі може бути як централізованим так і децентралізованим;

3. Проблема забезпечення EMC включає в три основні етапи, на яких вирішуються завдання EMC специфічними методами. До числа таких належить:

- етап планування і проектування системи;
- етап випробувань;
- етап практичної експлуатації.

Кожен з етапів характерний своїми завданнями, методами їх вирішення.

4. На етапі планування і проектування системи, що утворює угруповання РЕЗ, проблема EMC може вирішуватися методами оптимізації використовуваного ресурсу. Необхідно також закласти певну частку надлишкового ресурсу для подальшого нарощування потенціалу EMC на етапі експлуатації;

5. В якості критеріїв забезпечення EMC може виступати критерій неперевиконання рівнем перешкод на виході $P_{л\text{EM}}$ допустимого рівня $P_{доп\text{EM}}$:

$$P_{л\text{EM}} \leq P_{доп\text{EM}} \tag{4}$$

При цьому $P_{доп\text{EM}}$ для кожного виду систем зв'язку і переданих в них сигналів може приймати ті чи інші величини, зіставили з рівнем власних шумів $P_{ш}$. Разом з тим, допустимо застосування і іншого виду критерію, коли зіставлення $P_{л\text{EM}}$ проводиться з рівнем корисного сигналу:

$$P_{л\text{EM}} \leq P_{сиг\text{EM}} - 30\text{дБ}, \tag{5}$$

де $P_{\text{сиг}}^{\text{вх}}$ - рівень корисного сигналу на вході приймача;

6. Засоби зв'язку, вся динамічна система рухомого зв'язку, угруповання РЕЗ, повинні виконуватися з урахуванням можливості на етапі експлуатації реалізовувати управління максимальним числом параметрів, що дозволить забезпечувати вирішення завдань ЕМС в цих угрупованнях за рахунок управління цими параметрами. Управління можливе як станом СРЗ, так і спостереженням. Реалізація управління станом угруповання є більш складною і дорогою процедурою. Процедура управління спостереженням значно менш затратна і більше конструктивна;

7. Комплекс засобів і методів залучаються для вирішення завдань ЕМС дозволять не тільки забезпечити цю сумісність, а й сприятиме можливості передачі трафіку в напрямку абонента об'єктом в десятки Мбіт / с, що потрібно на етапі 4G.

Таким чином, базова математична модель СРЗ, орієнтована для вирішення завдань ЕМС, включає в себе дві самостійних моделі: структурну і функціональну. Будучи моделями однієї і тієї ж складної системи, ці моделі доповнюють один одного, хоча одна з іншої не впливає. Однак, при забезпеченні головної функції системи: передачі трафіку, обидві розглянуті моделі використовуються таким чином, що всі процедури оптимізації, управління параметрами та інші системні акції спрямовуються на те, щоб для передачі інформації зберегти вузли і напрямку зв'язку, структуру моделі, а отже і системи зв'язку. Саме, збереженню тих чи інших напрямків зв'язку, очищенню їх від небажаних випромінювань і перешкод присвячуються всі дії, спрямовані на забезпечення ЕМС, що відбуваються в складній системі. Такий підхід в теорії систем [20,23,24,26] називається гомеостатичним. Використовуваний на сьогоднішній день підхід, коли активних дій відносно перешкод не проводиться, а лише витрачається додатковий ресурс (перебудовуються частоти, змінюються антени, збільшується або зменшується випромінювана потужність, носить назву ентропійного

[20,23,24,26]. Можливо, що більш прогресивною може виявитися морфогенетичний підхід, коли в ім'я забезпечення головної мети системи здійснюється реконфігурація, спільно з рівнянням стану цієї системи. Але ця теорія, пов'язана з аналізом і синтезом багатополосних мереж, ще достатньою мірою не опрацьована.

Висновки

Таким чином у статті приведено узагальнену базову математичну модель системи рухомого зв'язку у складі структурної та функціональної частин. Структурна модель являє собою безліч всіх каналів випромінювання передавачів, що мають потужність $P_{Tj}, j = \overline{1, J}$ і безліч всіх каналів прийому $P_{Ri}, i = \overline{1, I}$, з'єднаних відповідними лініями зв'язку $L_{ji}, i \neq j$. Сама структурна модель представляється графом G_{jz} цілковито або неповно зв'язковим. Функціональна модель визначається набором диференціальних або різницьових, в загальному випадку нелінійних, рівнянь, що мають імовірнісну структуру, які представлені у виді рівнянь стану. Ці моделі досить повно характеризують СПС.

Список літератури

1. Эффективная избирательность радиоприемных устройств. Голубев В.Н. М.: Связь, 1078, - 239с.
2. Анализ конфликтных ситуаций в системах управления. Горелик В.А., Горелов М.А., Кононенко А.Ф. М.: Радио и связь, 1991г. -288с.
3. Исследование операций. Зайченко Ю.П. К.: Вища школа 1975.
4. Использование радиочастотного спектра в радиотехнике. Егоров Е.И., Калашников Н.И., Михайлов А.С. М.: Радио и связь 1986 -304с.
5. Элементы теории и практики обеспечения теории электромагнитной совместимости радиотехнических средств. Князев А.Д. -К.: Техника 1983 – 120с.
6. Перспективные рынки мобильной связи. Горностаев Ю.М. -М.: 2000. Связь и бизнес, 213 с.

Надійшла до редколегії 29.01.2015

Рецензент: доктор техн/ наук, професор С.В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

ОБОБЩЕННАЯ БАЗОВАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

М.Н. Степанов

В статье рассмотрен подход к формированию математической модели электромагнитных взаимодействий в системах подвижной (мобильной) связи с последующим ее использованием для устранения.

Ключевые слова: электромагнитная обстановка, электромагнитная совместимость.

SUMMARY BASIC MATHEMATICAL MODEL OF ELECTROMAGNETIC INTERACTIONS IN THE MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

M.N. Stepanov

In the article the approach to building mathematical models of electromagnetic interactions in systems, mobile (cell) due to its use for subsequent removal.

Keywords: electromagnetic environment, electromagnetic compatibility.