

Телекомунікаційні системи

УДК 004.77:621.39

В.В. Казімірова, М.О. Можаяєв, В.Є. Кузьменко

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СУДЕН

Розглянуто комп'ютерну мережу системи автоматичної ідентифікації суден. Запропоновано математичну модель телекомунікаційного трафіку засобів космічного зв'язку, засновану на теорії неїродинаміки. Наведено результати теоретичних досліджень статистичних характеристик трафіку. Запропоновано метод прогнозування телекомунікаційного трафіку в реальному масштабі часу, на підставі теорії штучних нейронних мереж.

Ключові слова: фрактальний трафік телекомунікаційних мереж, системи автоматичної ідентифікації суден, параметр Херста, нейромережа.

Вступ

Постановка проблеми і аналіз літератури.

Зростання інтенсивності морського судноплавства, поява високоєфективних дорогих суден, збільшення їх розмірів і швидкостей визначають підвищені вимоги до забезпечення мореплавання. Одним із шляхів підвищення безпеки мореплавання є широке впровадження автоматичних систем, заснованих на комплексному використанні засобів зв'язку, обчислювальної техніки та навігації.

Створення автоматичної ідентифікаційної системи (АІС) на базі об'єднання можливостей глобальних навігаційних супутникових систем, систем автоматичної цифрового радіозв'язку та систем електронної картографії дозволило більш оперативно і ефективно вирішувати питання управління руху суден, обміну інформацією як між судами, так і між судами і берегом.

Значні зміни у розвитку інформаційних технологій, техніки зв'язку і телекомунікації, навігаційних систем забезпечили можливість вирішення завдань інформаційного обміну між судами і береговими станціями на більш високому рівні, ніж передбачалося в первісних варіантах.

АІС є одним з основних елементів системи моніторингу судів не тільки в прибережній зоні, але й далеко за її межами [1].

Все вищезазначене припускає, що комп'ютерні мережі, що є основним елементом АІС, можна описати як мультисервісні і гетерогенні.

Спільне використання автоматичної ідентифікаційної системи на судах і в береговій інфраструктурі дозволяє реалізувати наступні переваги в порівнянні з існуючими засобами навігації:

- одержати надійну й достовірну ідентифікацію суден, виключивши при цьому необхідність радіотелефонного обміну;
- збільшити дальність виявлення, особливо невеликих цілей;
- автоматично одержувати від судна необхідні дані (координати, швидкість, напрямок руху й ін.), причому з більшою точністю, чим у радіолокаційних станціях, що дозволяє зменшити затримку в розпізнаванні маневру судна;
- практично звести до нуля вплив перешкод від морської поверхні й атмосферних явищ;
- зняти обмеження у виявленні мети за перешкодами й усунути можливість перемикання супроводу судів при їх зближенні.

Загальний принцип роботи АІС представлено на рис. 1.

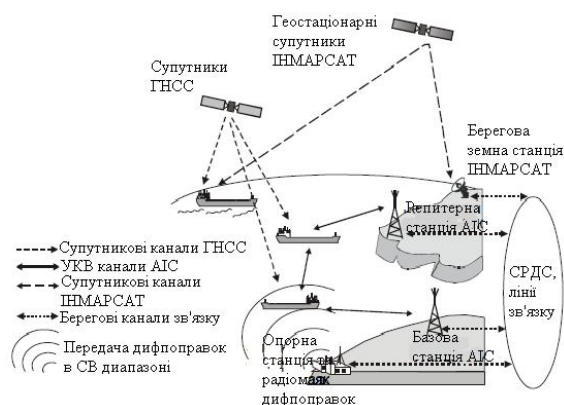


Рис. 1. Спільний принцип функціонування АІС

Судна, які обладнані апаратурою АІС, перебуваючи у відкритому морі або в прибережних районах, автоматично та регулярно передають у діапазоні УКВ морської рухливої радіослужби стандартні

повідомлення, що містять інформацію про судно, його координатах, курсі, небезпечному вантажі на борті, порту призначення, часу прибуття й інші дані.

Звичайно для одержання цілісної картини судноплавства в районі, який контролюється, базові станції АІС поєднуються в мережі, що дозволяють інтегрувати інформацію від окремих базових станцій. У прибережних районах точність визначення координат судів може бути істотно підвищена диференціальними виправленнями, переданими береговими опорними станціями й радіомаяками. Для розширення зони дії базових станцій АІС може використатися режим далекого зв'язку.

Відповідно до Резолюції ІМО MSC.74(69) основними береговими службами, що використовують АІС у режимі "судно – беріг" є системи регулювання рухом судів (СРДС), а також системи судових повідомлень, що забезпечують одержання прибережними державами інформації про судно і його вантаж.

Використання АІС як технічного засобу СРДС дозволяє реалізувати наступні переваги:

- можливість автоматичної ідентифікації контрольованих суден, що виключає необхідність у радіопеленгаторах і/або голосовому радіообміні з метою ідентифікації;
- автоматизацію одержання від судів інформації, необхідної для роботи СРДС (тип судна, довжина, ширина, осідання, порт призначення, маршрут руху й т.д.);
- автоматизацію передачі судам інформації про навігаційну обстановку в районі дії СРДС, гідрометеорологічної інформації та попереджень про небезпечні явища;
- можливість автоматизованої передачі по каналах АІС інформації про суди, які не обладнані транспондерами, але які супроводжуються РЛС СРДС;
- значне зниження погрішностей визначення координат і елементів руху контрольованих судів у порівнянні з радіолокаційним супроводом;
- виключення інших специфічних обмежень і недоліків, властивих радіолокаційному супроводу;
- можливість істотного розширення району дії СРДС при значному скороченні будівельних витрат і експлуатаційних витрат.

Використання АІС та СРДС як центра, що обробляє й розподіляє прийняту від судів інформацію АІС, дозволяє виключити паралельну передачу радіотелефонної інформації із судна на адресу інших портів служб (лоцманська служба, портів власті, агентські, буксирні, бункеровочні та інші компанії, зайняті обслуговуванням судів у порту). Крім того, впровадження АІС у найбільших портах миру (Сінгапур, Роттердам, Гонконг, Гамбург та інших) дозволяє розв'язати серйозні проблеми з перевантаженням УКВ каналів морської рухливої служби, сприяючи тим самим підвищенню ефективності роботи портів.

Додатково застосування АІС у СРДС дозволяє істотно розширити зону ефективного контролю руху судів, обладнаних АІС, без збільшення числа берегових РЛС.

Значний інтерес інформації АІС представляє для відомств, що забезпечують інтереси держави в прибережних водах (військово-морські сили, прикордонні та митні власті, органи, що контролюють видобуток біоресурсів і екологічний стан узбережжя).

З метою ефективного забезпечення як державних органів, так і всіх зацікавлених учасників морського транспортного процесу інформацією про стан судноплавства в прибережних водах, у другій половині 90-х років у країнах Європейського Союзу концепція VTMI (Vessel Traffic Management and Information System – Системи керування й інформаційного забезпечення судноплавства). Основними положеннями концепції VTMI є:

- використання АІС, як одного з їх основних засобів одержання інформації про стан судноплавства, що доповнює традиційні технічні засоби СРДС і систем судових повідомлень;
- утворення регіональних систем безпеки мореплавства й інформаційного забезпечення судноплавства за допомогою інформаційної інтеграції локальних СРДС, систем судових повідомлень і відповідних інформаційно – обчислювальних мереж;
- інтерактивна взаємодія всіх учасників морського транспортного процесу. Формування єдиного інформаційного простору по різним аспектах судноплавства на локальному, регіональному, національному та міжнародному рівнях.

Доступ кінцевих користувачів до інформації VTMI забезпечується через виділені лінії зв'язку або через мережу Інтернет. АІС, що діє в режимі далекого зв'язку через Інмарсат – С, забезпечує широкі можливості моніторингу судноплавства.

АІС передає та приймає статичну, динамічну і рейсову (або маршрутну) інформацію, а також повідомлення, що стосуються безпеки плавання.

Це визначає вимоги до системи передачі інформації – як до технічних засобів базової комп'ютерної мережі. Інтервал часу передач динамічної інформації є від 3 хвилин до 2 секунд в залежності від стану судна.

Але, як добре відомо [2 – 4], трафік гетерогенних, мультисервісних телекомунікаційних мереж не завжди достатньо адекватно описується традиційними моделями, так як цей трафік має фрактальні властивості. Проблеми моделювання фрактального трафіку присвячено значну кількість робіт [4 – 9]. Результати цих досліджень дозволяють визначити багато характеристик трафіку телекомунікаційних мереж, але у більшості моделей, запропонованих у цих роботах, є один суттєвий недолік – необхідно значний час для отримання та обробки інформації

про трафік. Тоді як завдання, які вирішуються АІС, вимагають проводити управління трафіком в режимі реального часу, що є **актуальною** науковою задачею. У такому випадку вирішити її дозволяє теорія нейродинаміки, в основі якої лежать методи штучних нейронних мереж, хаосу і фракталів.

Метою даної статті є побудова математичної моделі трафіку комп'ютерної мережі АІС, яка дозволить прогнозувати параметри трафіку в реальному масштабі часу з урахуванням його фрактального характеру.

Основний матеріал

Перш за все треба розглянути роботу АІС на мережевому рівні. На мережевому рівні вирішується задача встановлення маршруту проходження пакетів даних. Під пакетом розуміється послідовність даних, пере що даються в одному слоті. Стосовно до АІС на цьому рівні визначається на якому частотному каналі передаються пакети даних. Для підвищення надійності в АІС використовуються два частотних канали: АІС1 та АІС2. За замовчуванням використовуються канали УКХ діапазону морської рухомої служби 87 (161975 МГц) і 88 (162025 МГц), передачі на цих каналах виробляються по черзі. Наприклад, якщо при швидкості більше 23 вузлів судно повинно автоматично передавати рапорти з періодичністю 2 секунди, то тоді періодичність передач на кожному з каналів складе 4 секунди. У відкритому морі використанню частотних каналів 2087 і 2088 ніщо не перешкоджає. Однак в прибережній акваторії ці канали можуть бути зайняті іншими службами. Якщо дані канали не можуть використовуватися АІС, то берегові компетентні адміністрації можуть призначити інші частотні канали і відповідні їм параметри для роботи АІС. Ці призначення діють в певному регіоні, обмеженому прямокутником (рис. 2).



Рис. 2. Завдання регіону для призначення параметрів АІС береговою станцією

Призначення каналів можуть здійснюватися:

- за допомогою АІС в повідомленні 22;
- за допомогою ЦІВ на 70-каналі;
- вручну оператором;
- від суднового ЕКНІС.

У призначенні передаються наступні параметри:

- частота каналів АІС1 і АІС2 та номінальна ширина смуги частот,

- режим прийому/передачі. При цьому передача може проводитися на обох каналах (ТХА/ТХВ) або тільки на якомусь одному каналі (ТХА або ТХВ). Прийом завжди ведеться по обом каналам одночасно;

- вихідна потужність 2 / 12,5 Вт;
- координати NE-кута і SW-кута;
- ширина перехідної зони (1 ... 8 морських миль з кроком 1 миля, по замовчанню 5 миль).

Управління каналами є функцією компетентних властей. Всі призначення роботи в районах автоматично зберігаються в пам'яті АІС. Призначення мають прив'язку по даті і часу їх записи, а також за способом їх отримання. Альтернативно призначення може бути зроблене по каналу ЦІВ, ручним введенням за допомогою мінімального дисплея з клавіатурою (для досвідчених користувачів; без необхідності цього робити не слід) або через інтерфейс подання даних від суднової ЕКНІС.

При заході в регіон з іншими призначеннями суднова АІС автоматично перебудовується на роботу до прийнятих в цьому регіоні параметрами. При плануванні регіонів берегові влади повинні дотримуватися правил щодо взаємного розташування регіонів. варіанти прийнятного та неприйнятного показані на рис. 3.

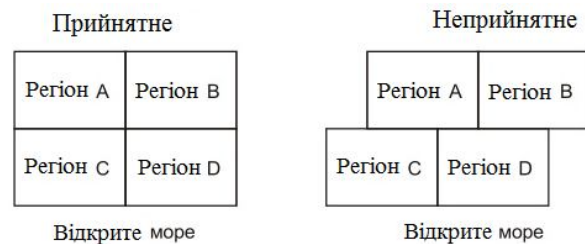


Рис. 3. Взаємне розташування регіонів з призначеннями з боку берегових станцій

В районах дії берегових станцій суднова станція АІС працює в призначеному режимі. При цьому берегова станція призначає частотні канали і потужність передавача, а також передає межі географічного району у вигляді прямокутника, де діють ці призначення. Для такого призначення використовується повідомлення 22.

АІС постійно контролює наявність в пам'яті будь-якого найближчого кордону регіонального району на дистанції до 500 миль від поточного місцезнаходження, а також будь-які призначення, записані протягом останніх 5-ти тижнів. АІС повинна ігнорувати нові призначення (введені через інтерфейс представлення даних), якщо межі регіонального району нового призначення частково або повністю перекривають або збігаються з межами району будь-якого збереженого в пам'яті призначення, прийнятого в повідомленні N 20 від базової станції або командою ЦІВ протягом останніх 2-х годин. АІС по-

винна приймати повідомлення 22 або команду ЦИВ тільки в тому випадку, якщо вона знаходиться в районі, визначеному одним з збережених в пам'яті призначень. В цьому випадку установка призначення може бути складена шляхом комбінації прийнятих параметрів з параметрами, які використовуються в поточний момент.

Нові призначення повинні записуватися на одне з восьми вільних місць в пам'яті. За відсутності вільного місця, нове призначення повинно записуватися на місце самого раннього (за часом запису) призначення.

Розглянемо роботу АІС з апаратурою дальнього зв'язку.

Безпосередній обмін даними по УКВ каналам АІС можливий у межах УКХ радіозв'язку, тобто приблизно 30 морських миль. Берегові станції системи управління рухом суден по УКВ каналам мають можливість здійснювати моніторинг відповідно в межах такої дальності. Мають іноді місце аномальні розповсюдження УКВ радіохвиль шляхом відображень від іоносферних шарів, коли дальність зв'язку може доходити до декількох сотень морських миль, не можуть братися до уваги через свого нестійкого характеру. Для збільшення дальності моніторингу, наприклад, для контролю суден у виключній економічній зоні або виключної танкерної зоні, апаратура АІС може підключати до радіосистемам телекомунікації.

До радіосистемам далекого зв'язку належать такі системи:

- короткохвильова система зв'язку;
- супутникові системи зв'язку.

Найбільш зручною системою для реалізації режиму дальнього зв'язку є ІНМАРСАТ-С. Суднові станції ІНМАРСАТ-С є одним елементів обладнання ГМССБ, причому ці станції найбільш поширені в якості станцій супутникового зв'язку. Вони забезпечують передачу телексивних повідомлень в режимі накопичення з подальшою передачею (так званий режим store and forward). Без обмежень функціональних можливостей по роботі в системі ГМССБ вони можуть використовуватися також для передачі даних по судну за запитом берегових служб, беручи участь таким чином в системі дальнього зв'язку АІС.

Апаратною частиною АІС підключається до судової супутникової станції ІНМАРСАТ-С. Для такого підключення використовується двонаправлений інтерфейс відповідно до вимог стандарту МЕК-61162. Суднова станція ІНМАРСАТ-С передає повідомлення через геостационарний супутник, який виконує роль активного ретранслятора. Повідомлення приймається береговою станцією і далі по берегових лініях зв'язку доставляється на потрібну станцію регулювання рухом суден.

Робота в режимі дальнього зв'язку здійснюється паралельно з функціонуванням АІС на УКХ каналах обміну даними. Режим дальнього зв'язку не передбачає безперервне стеження за судном в реальному режимі часу, а передбачає передачу даних по судну з інтервалами від 2-4 разів на годину до 2-х разів за добу. Таким чином, робота в режимі дальньої зв'язку не створює будь-якого помітного навантаження і не заважає обміну даними на каналах АІС.

При роботі з апаратурою далекого зв'язку суднова АІС повинна передавати відповідь повідомлення тільки на запити базової станції.

В обладнанні АІС повинні бути передбачені кошти установки користувачем режимів автоматичного або ручного формування відповідних повідомлень на запити телекомунікації. В обох випадках на екрані дисплея повинна з'являтися індикація запиту. Вона повинна висвітлюватися до моменту відправки листа у відповідь (в автоматичному режимі або вручну) або до моменту скидання індикації оператором.

Склад повідомлення, переданого АІС при роботі з апаратурою дальнього зв'язку, наведено в табл. 1.

Для запиту АІС через апаратуру дальнього зв'язку в якості адреси повинні використовуватися або ідентифікатор MMSI, або вказівка географічного району «всім судам», який визначається кордонами северо-східного і південно-західного кутів прямокутника в проекції Меркатора.

Щоб уникнути повторної передачі у відповідь повідомлень в географічному районі на запити інших берегових станцій, суднова АІС повинна зберігати в пам'яті ідентифікатори MMSI берегових станцій, запити від котрих приймалися протягом останніх 24 годин.

Таблиця 1

Зміст інформації в повідомленні дальнього зв'язку

Поле	Зміст	Примітка
A	Назва судна/позовий/номер MMSI/номер ИМО судна	Номер MMSI може використовуватися як ідентифікатор флага
B	Дата та час	Група з шости, котра вказує на день, місяць(перші дві цифри), години та хвилини(останні чотири)
C	Місцезнаходження	Широта в градусах та хвилинах, а також долгота в градусах та хвилинах в системі WGS-84
D		Не визначено
E	Курс	Курс відносно ґрунта в градусах

F	Швидкість	Група з трьох цифр, яка показує швидкість у вузлах та десятих долях вузла
G,H		Не визначено
I	Порт призначення та розрахований час прибуття (ETA)	Назва порта, а також група, яка вказує дату та час, як в «В»
J,K,L,M,N		Не визначено
O	Максимальна фактична статична осадка	Група з чотирьох цифр, яка вказує метри та десяті долі метрів
P	Груз на борту	Груз та короткий опис будь-яких небезпечних грузів, а також шкідливих матеріалів та газів, які можуть становити загрозу для людей та оточуючої середовища
Q,R,S,T		Не визначено
U	Розміри та тип судна	Дані про довжину, ширину в метрах, типу судна
V		Не визначено
W	Кількість чоловіків	Кількість чоловіків на борту
X,Y		Не визначено
Z		Не використовується

Результати теоретичних досліджень

Як досить добре відомо, основним критерієм, за яким будь-який процес, в тому числі і телекомунікаційний трафік, є фрактальним, є його дробова розмірність. Для вивчення хаотичних процесів, таких як, наприклад, поширення трафіку, був введений показник Херста, який дозволяє визначити хаотичність або стохастичність аналізованого процесу. У класичному вигляді цей показник може бути отриманий із співвідношення

$$(R/S) = (\alpha N)^H, \quad (1)$$

де R – максимальний розмах досліджуваної величини; S – її середньоквадратичне відхилення; N – час спостережень (або обсяг вибірки), α – якась постійна; H – показник Херста. Аналізуючи (1) можна сказати, що це форма подання різних сигналів, у тому числі і параметрів трафіку телекомунікаційної мережі на фрактальній площині, утвореної логарифмічними координатними осями, а показник Херста H визначає нахил апроксимуючої прямої фрактальної лінії до осі абсцис. При цьому залежно від значень параметра Херста, можна говорити про персистентності – зберігаючих наявну тенденцію ($H > 0,5$) і антиперсистентних процесах ($H < 0,5$). У випадку, коли $H = 0,5$, мають місце процеси, в яких тренд відсутній. Отже, визначаючи параметр Херста телекомунікаційного трафіку в процесі функціонування мережі, можна провести прогнозування необхідних параметрів мережі. Але класичний метод Херста володіє рядом недоліків, серед яких неможливість обчислення показника в реальному масштабі часу, зважаючи на значне зростання обсягу обчислень. Для усунення даного недоліку можна скористатися методикою визначення та управління різних стохастичних об'єктів, наприклад, ідентифікації фаз життєдіяльності тварин, запропонованої в [7].

Перетворимо (1) в його рекуррентну форму:

$$\frac{R(k+1)}{S(k+1)} = (\alpha(k+1))^H, \quad (2)$$

де $k = 1, 2, \dots$ – відповідні часові інтервали агрегування трафіку [6];

$$R(k+1) = x_{\max}(k+1) - x_{\min}(k+1), \quad (3)$$

$$x_{\max, \min} = \max(\min)\{x_{\max, \min}(k), x(i, k+1)\}, \quad (4)$$

$$x(i, k+1) = x(i, k) + (y(k+1) - \bar{y}(k+1)), \quad (5)$$

$$D(k+1) = D(k) + \frac{1}{k+1} \left((y(k+1) - \bar{y}(k))^2 - D(k) \right),$$

$$S(k+1) = \sqrt{D(k+1)}, \quad (6)$$

де $\max(\min)$ – операції знаходження максимального та мінімального значень, відповідно; $y(k+1)$, $D(k+1)$ – величина і дисперсія контрольованого параметра (наприклад, інтенсивність передачі в мережі в $k+1$ інтервал часу), відповідно. Очевидно, що вираз (2) може бути перетворено в рекуррентну форму:

$$H(k+1) = \ln \left(\frac{R(k+1)}{s(k+1)} \right) / (\ln(k+1) + \ln \alpha). \quad (7)$$

Проведемо аналіз виразів (3) – (7). Видно, що показник Херста може уточнюватися на кожному кроці агрегування без попереднього запам'ятовування значень інтенсивності трафіку. Реалізація запропонованого алгоритму визначення може бути спрощена за допомогою застосування нейромережових технологій. Аналіз останнього виразу (7) показує, що результат обчислень параметра Херста в значній мірі залежить від параметра і обсягу наявної вибірки, що може призвести до того, що для однієї і тієї ж реалізації телекомунікаційного трафіку можуть бути отримані якісно різні, а часто й протилежні результати.

Дану проблему можна вирішити, скориставшись методами штучних нейронних мереж, які по-

в'язані з алгоритмами навчання та аналізу хаотичних систем [10, 11]. Тоді переписавши (1) у вигляді

$$\ln \frac{R(k)}{S(k)} = H \ln \alpha + \ln k, \quad (8)$$

і ввівши навчальний сигнал і персоналізовану лінійну нейромережу типу адаліни, для якої можна скористатися алгоритмом навчання Уілдрю-Хоффа [11] для отримання оцінок невідомих параметрів:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{h(k+1)}{H(k+1)} \right) = \\ & = \left(\frac{h(k)}{H(k)} \right) + \frac{z(k+1) - h(k) - H(k) \ln(k+1)}{1 + (\ln(k+1))^2} \cdot \left(\frac{1}{\ln(k+1)} \right); \\ & \ln \alpha(k+1) = \frac{h(k+1)}{H(k+1)}. \quad (9) \end{aligned}$$

У цьому випадку для розрахунку показника Херста та параметра мережі може бути запропонована відповідна архітектура штучної нейронної мережі, яка буде функціонувати паралельно контролюваного трафіку, в темпі з ним, виявляючи виникаючі зміни в реальному часі.

Висновки

Аналіз функціонування АІС дозволив встановити характерні інтервали часу передачі динамічної інформації.

У результаті теоретичних досліджень моделювання телекомунікаційного трафіку системи космічного зв'язку за допомогою теорії нейродинаміки, використовуючи апарат лінійних нейромереж, запропоновано вдосконалений метод визначення показника Херста, який дозволяє проводити дослідження телекомунікаційного трафіку в реальному масштабі часу. Зіставлення запропонованого методу з відомими на даний час методами [3 – 5, 8] підтвердило достовірність результатів, отриманих новим методом, безсумнівним достоїнством якого є менші часові витрати на його реалізацію.

Список літератури

1. Кошевой В.М. Система и устройства автоматической идентификации судов / В.М. Кошевой, А.В. Шликин, В.И. Купровский. – Одесса: ОНМА, 2005. – 80 с.
2. Столлингс В. Современные компьютерные сети / В. Столлингс. – С-Пб.: Питер, 2003. – 784 с.
3. Кучук Г.А. Анализ та моделі самоподібного трафіка / Г.А. Кучук, О.О. Можяєв, О.В. Воробйов // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2006. – № 9 (35). – С. 173-180.
4. Leland W. On the self-similar nature of IP-traffic / W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger // *IEEE/ACM Transactions on Networking*. – 1997. – № 3. – P. 423-431.
5. Кучук Г.А. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов: коллективная монография под ред. Р.Е. Пащенко / Г.А. Кучук, А.А. Можяєв, К.М. Руккас. – Х.: Эко-Перспектива, 2006. – 360 с.
6. Можяєв О.О. Моделирование телекоммуникационного трафика гетерогенной сети нелинейными динамическими системами / О.О. Можяєв // *Системи обробки інформації: Збірник наукових праць*. – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вип. 9(67). – С. 75-78.
7. Можяєв А.А. Исследования поведения фазовой траектории телекоммуникационного трафика гетерогенной сети передачи данных / А.А. Можяєв, С.М. Порошин, В.Е. Кузьменко, М.А. Можяєв // *Системи управління, навігації та зв'язку: Збірник наукових праць*. – К.: ДП «ЦНДІ НІУ», 2011. – Вип. 2(18). – С. 255-259.
8. Кучук Г.А. Метод дослідження фрактального мережного трафіка / Г.А. Кучук // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вип. 5 (45). – С. 74-84.
9. Кучук Г.А. Моделирование трафика изолированного пульсирующего источника / Г.А. Кучук // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 1. – С. 168-173.
10. Королькова Е.Е. Анализ биологических хаотических сигналов на скользящем окне / Е.Е. Королькова, Е.А. Руднева, А.П. Чапанов // 6-й Международный молодежный форум “Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке”: *Научные труды*. Ч.2. – Х.: ХНУРЭ, 2002. – С. 102-103.
11. Руденко О.Г. Основы теории искусственных нейронных сетей / О.Г. Руденко, Е.В. Бодянский. – Х.: ТЕЛЕТЕХ, 2002. – 317 с.

Надійшла до редколегії 20.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.А. Кучук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СУДОВ

В.В. Казимилова, М.А. Можяев, В.Е. Кузьменко

Рассмотрена компьютерная сеть системы автоматической идентификации судов. Предложена математическая модель трафика средств космической связи, основанная на теории нейродинамики. Приведены результаты теоретических исследований статистических характеристик трафика. Предложен метод прогнозирования телекоммуникационного трафика в реальном масштабе времени, на основании теории искусственных нейронных сетей.

Ключевые слова: фрактальный трафик компьютерных сетей, система автоматической идентификации судов, параметр Херста, нейросеть.

TRAFFIC MODELING IN COMPUTER NETWORK OF VESSEL IDENTIFICATION AUTOMATIC SYSTEM

V.V. Kazimirova, M.A. Mozhaev, V.E. Kuzmenko

The computer network of the vessel identification automatic system is considered. The space communication traffic mathematical model is proposed on the base of the theory of neurodynamics. The results of theoretical research of the traffic statistical characteristics are discussed. The telecommunication traffic on-line forecast technique is designed based on the theory of artificial neural network.

Keywords: Fractal traffic of computer networks, automatic identification of ships, Hurst parameter, the neural network.