

І. І. ОБОД, д-р техн. наук, професор, НТУ «ХПІ»;

І. В. СВИД, ст. викл., ХНУРЕ, Харків;

В. В. ШЕВЦОВА, ст. викл., НТУ «ХПІ»

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО ВИЯВЛЯЧА АБОНЕНТІВ ЗАПИТУ НЕСИНХРОННОЇ МЕРЕЖІ ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

В статтю синтезована структура обнаружителя абонентов запроса несинхронной сети запросных систем передачи информации, что обеспечило переход от обслуживания сигналов запроса к обслуживанию абонентов и, как следствие, позволило повысить помехоустойчивость и пропускную способность запросных каналов передачи информации.

Ключевые слова: несинхронной сети запросных систем передачи информации, пропускная способность.

Постановка проблеми й аналіз літератури. Відомо [1, 2], що запитальні канали передачі інформації (КПІ) запитальних систем спостереження (СС) використовується для передачі польотної інформації (ПІ) з борту повітряного об'єкта (ПО) на наземні пункти обробки інформації. Побудова запитальних систем передачі інформації за принципами несинхронної мережі, у якій одночасно може обслуговуватися тільки один абонент, а також реалізація обслуговування сигналів запиту (СЗ) на принципах одноканальної системи масового обслуговування з відмовами обумовили низку пропускну спроможність запитальних КПІ. В роботах [2-4] показано, що підвищити завадостійкість і, як наслідок, пропускну спроможність можливо за рахунок зміни принципів чи обслуговування, чи побудови систем, що розглядаються. Дійсно, підвищити пропускну спроможність можливо за рахунок спадкоємного переходу від обслуговування окремих СЗ до обслуговування абонентів, що зменшить можливість несанкціонованого використання відповідачів за рахунок кодування абонентів запиту. Це призведе до суттєвого зниження інтенсивності сигналів відповіді і, як наслідок, до зменшення загального часу паралізації відповідачів.

Реалізація такого методу може бути здійснена на основі реалізації виявляча абонента несинхронної мережі, тобто запитувача.

Мета роботи. Синтез оптимального виявляча абонентів запиту несинхронної мережі запитальних каналів передачі інформації.

Основна частина. Існуючі запитальні КПІ відносяться до класу асинхронних систем передачі інформації і складаються з деякого числа передавачів та приймачів, що використовують єдиний частотний діапазон. Пе-

редавачі створюють дискретні сигнали $s_l(t - T_{io})$, що належать кінцевій множині – ансамблю $S = \{s_l(t)\}$; $l = 1, 2, \dots, V$, і посиляють їх в лінію зв'язку асинхронно, незалежно один від одного, в обумовлені ними самими моменти часу. При цьому зазвичай виконується умова $t_l \ll T_{io}$, де t_l – тривалість сигналу $s_l(t)$; T_{io} – період повторення СЗ. Використання єдиного каналу передачі СЗ, а також побудову всієї системи за принципом відкритої системи масового обслуговування з відмовами ускладнюють роботу таких систем при дії сторонніх завад.

Будемо розглядати запитальні КПП з N запитувачами. У цьому випадку СЗ від N запитувачів складаються адитивно у використовуваному для передачі середовищі без будь-якої взаємної синхронізації, і на вхід приймача відповідача на довільному інтервалі часу спостереження надходить коливання

$$r(t) = s(t) + \mu(t) + n(t), \quad t > t_0, \quad (1)$$

де $\mu(t)$ – внутрішньосистемна завада; $n(t)$ – флуктуаційна завада, взаємозалежна від $s(t)$ та $\mu(t)$. Завада $n(t)$ апроксимується стаціонарним білим шумом з наступними статистичними характеристиками, які вважаються відомими:

$$\langle n(t) \rangle = 0; \quad \langle n(t_1)n(t_2) \rangle = 0,5N_o\delta(t_2 - t_1); \quad N_o = \text{const}. \quad (2)$$

Корисний сигнал може бути представлений в наступному вигляді:

$$s(t) = \sum_{l=1}^V \sum_{j=1}^{n+1} s_{lj}(t) = \sum_{l=1}^V \sum_{j=1}^{n+1} \sum_{k=1}^M a_{ljk} s_{ljk}(t), \quad (3)$$

де V – число СЗ, що використовуються в запитальних КПП; $s_{lj}(t)$ – j -ий парціальний корисний сигнал l -ого СЗ; n – число імпульсів у СЗ; $M = \lceil T_n / T_{io} \rceil$ – ціла частина числа; $T_n = t - t_0$ – інтервал спостереження; s_{jk} – k -ий радіоімпульс j -ого парціального корисного сигналу; a_{jk} – амплітудний коефіцієнт, що дорівнює 1 або 0, залежно від коду СЗ.

При обчисленнях приймемо, що кожен корисний імпульс має вигляд:

$$s_{jk}(t) = S_{jk}(t, \tau_{jk}, A_{jk}, \varphi_{jk}) = A_{jk} f_{jk}(t - \tau_{jk}) \cos[\omega_o(t - \tau_{jk}) + \varphi_{jk}], \quad (4)$$

де $f_{jk}(t - \tau_{jk})$ – огинальна корисного радіоімпульсу, A_{jk} – випадкова амплітуда цього радіоімпульсу, τ_{jk} – момент появи радіоімпульсу, що визначається рівнянням $\tau_{jk} = \tau_j + kT_{io}$. Тут τ_j – відомий зуев у часі радіоімпульсу j -ого парціального корисного сигналу, який визначається кодом СЗ.

Як випливає з вищевикладеного, кожен запитувач формує серію СЗ, що відрізняються періодом проходження. Це неодмінна умова функціонування сучасних мереж запитальних КПП. Однак, як показано в [3], ця обставина може бути використана для зміни принципу побудови відповідачів. Дійсно, виділивши синхронну послідовність СЗ можна перейти від обслуговування першого правильно прийнятого СЗ, до обслуговування абонентів, тобто запитувачів.

Покажемо це. Будемо вважати, що інтервал спостереження обраний так,

що $M > K$, де K – потрібне число СЗ, необхідне для виявлення синхронної послідовності. Будемо розглядати некогерентну послідовність, що не флукутує, СЗ, кожен з яких утворений некогерентними радіоімпульсами. Початкові фази всіх радіоімпульсів $\varphi_i \equiv \beta_i, i = \overline{1, r}$ ($r = V(n+1)K$ – загальне число радіоімпульсів) послідовності СЗ в цьому випадку незалежні випадкові величини, кожна з яких рівномірно розподілена на інтервалі $[-\pi, \pi]$. Спільна щільність ймовірності сукупності незалежних випадкових величин $\vec{\beta} = \{\beta_1, \dots, \beta_r\}$ визначається виразом:

$$W(\vec{\beta}) = \prod_{i=1}^r W(\beta_i).$$

Запишемо вираз (4) у наступному вигляді:

$$s(t, \vec{\beta}) = \sum_{i=1}^r (s_{1i}(t) \cos \beta_i + s_{2i}(t) \sin \beta_i),$$

де $s_{1i}(t) = A_{oi}(t) \cos(\omega_o t)$, $s_{2i}(t) = -A_{oi}(t) \sin(\omega_o t)$.

Тоді умовне значення кореляційного інтеграла можна записати як

$$z(r(t) | \vec{\beta}) = \int_{-\infty}^{\infty} r(t) s(t, \vec{\beta}) dt = \sum_{i=1}^r (z_{1i} \cos \beta_i + z_{2i} \sin \beta_i), \quad (5)$$

де $z_{ji} = \int_{-\infty}^{\infty} r(t) s_{ji}(t) dt$, $j = 1, 2$; $i = \overline{1, \dots, r}$.

Якщо ввести позначення $Z_i = \sqrt{z_{1i}^2 + z_{2i}^2}$, то вираз (5) можна записати як:

$$z(r(t) | \vec{\beta}) = \sum_{i=1}^r Z_i \cos(\beta_i - \theta_i), \quad (6)$$

де $\cos \theta = z_1 / Z$; $\sin \theta = z_2 / Z$.

Так як в нашому випадку послідовність складається з неперекриваючихся імпульсів, то енергія пачки визначається сумою енергій окремих імпульсів. При малій зміні амплітуди в межах імпульсу за період коливань високої частоти можна записати

$$E(\beta) = \sum_{i=1}^r E_i(\beta_i) \approx \sum_{i=1}^r \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} A_{oi}^2(t) dt = \sum_{i=1}^r E_i, \quad (7)$$

де енергія i -ого імпульсу не залежить від випадкової величини.

Відношення правдоподібності (ВП) при довільній щільності ймовірності випадкових параметрів, як відомо [6], визначається як

$$l(r(t)) = \int_{-\infty}^{\infty} W(\vec{\beta}) \exp\left(-\frac{E(\vec{\beta})}{N_o}\right) \exp\left(\frac{2}{N_o} z(r(t) | \vec{\beta})\right) d\vec{\beta}. \quad (8)$$

Підставляючи в (8) вирази (6) і (7), після інтегрування і використання модифікованої функції Бесселя нульового порядку можна записати

$$l(r(t)) = \prod_{i=1}^r \exp\left(-\frac{E_i}{N_o}\right) I_o\left(\frac{2Z_i}{N_o}\right).$$

Логарифм ВП в цьому випадку визначається як

$$\ln l(r(t)) = \sum_{i=1}^r \ln I_o\left(\frac{2Z_i}{N_o}\right) - \sum_{i=1}^r \frac{E_i}{N_o}. \quad (9)$$

Як впливає з виразу (9), оптимальне вирішальне правило виявлення послідовностей СЗ зводиться до порівняння з порогом наступної величини

$$\Lambda = \sum_{i=1}^r \ln I_o\left(\frac{2Z_i}{N_o}\right).$$

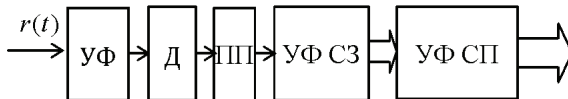
Однак запитальні КПП, як правило, працюють при великих амплітудах СЗ. У цьому випадку вирішальне правило може бути спрощене

$$\Lambda = \sum_{i=1}^r \ln I_o\left(\frac{2Z_i}{N_o}\right) \approx \sum_{i=1}^r \frac{2Z_i}{N_o}. \quad (10)$$

Таким чином, в оптимальному виявлячі синхронних послідовностей необхідно для кожного імпульсу обчислити модуль кореляційного інтеграла, обчислити Λ у відповідності з виразом (10) і порівняти цю величину з порогом.

У разі $q_o \gg 1$, що характерно для запитальних КПП, необхідні значення F і D можна забезпечити, обробляючи лише один імпульс синхронної послідовності. При цьому втрати за рахунок незнання його фази невеликі.

Таким чином, реалізація виявляча синхронних послідовностей СЗ може бути здійснена за різними схемами. Зокрема, на рисунку представлена одна з можливих схем виявляча синхронної послідовності. На виході фільтра, узгодженого з одиночним радіоімпульсом (УФ) обчислюється кореляційний інтеграл, що дозволяє на виході детектора (Д) отримати модуль кореляційного інтеграла. Пороговий пристрій (ПП) порівнює модуль кореляційного інтеграла з пороговим рівнем, при перевищенні якого приймається рішення про виявлення одиночного сигналу з необхідними показниками якості. Надалі за допомогою узгодженого фільтра СЗ здійснюється виявлення конкретного СЗ. Загальне число УФ СЗ дорівнює V . Узгоджений фільтр (УФ СП) дозволяє виділити всі синхронні послідовності СЗ, а отже, і всі запитувачі працюють в даний час з даними відповідачем.



Структура виявляча абонентів запиту

Висновки. Синтезована структура виявляча абонентів запиту у несинх-

ронній мережі запитальних каналів передачі польотної інформації показала простоту технічної реалізації та можливість спадкоємного переходу від обслуговування СЗ до обслуговування абонентів, що дозволяє суттєво підвищити завадостійкість запитальних КПП.

Список літератури: 1. Агаджанов П. А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П. А. Агаджанов, В. Г. Воробьев, А. А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с. 2. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони / В. В. Ткачев, Ю. Г. Даник, С. А. Жуков та ін. – К.: МОУ, 2004. – 342 с. 3. Обод И. И. Помехоустойчивые системы вторичной радиолокации / И. И. Обод. – М.: ЦНТИ, 1998. – 107 с. 4. Теоретичні основи побудови заводо захищених систем інформаційного моніторингу повітряного простору / В. В. Ткачев, Ю. Г. Даник, С. А. Жуков, І. І. Обод, І. О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 271 с. 5. Пат. на корисну модель № 58523, Україна. Запитальний спосіб передачі інформації / І. І. Обод, І. В. Свид. 6. Чердынцев В. А. Радиотехнические системы / В. А. Чердынцев. – Минск: Вышэйша школа, 1988. – 370 с.

Надійшла до редколегії 15.04.2013

УДК 621.396.96

Синтез оптимального виявляча абонентів запиту несинхронної мережі запитальних систем передачі інформації / І. І. Обод, І. В. Свид, В. В. Шевцова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХП», 2013. – № 27 (1000). – С. 124-129. – Бібліогр.: 6 назв.

У статті синтезована структура виявляча абонентів запиту несинхронної мережі запитальних систем передачі інформації, що забезпечило перехід від обслуговування сигналів запиту до обслуговування запитувачів (абонентів) і, як наслідок, дозволило підвищити завадостійкість та пропускну спроможність запитальних каналів передачі інформації.

Ключові слова: несинхронна мережа запитальних систем передачі, пропускну спроможність.

In the article structure of requester detector of asynchronous network of query-data transmission system has been synthesized that ensure the transition from service request signals to serve requesters (subscribers). Consequently, it permits to increase noise immunity and capacity query-information channels.

Keywords: asynchronous network of query-data transmission system, capacity.