

інтелектуальному автоматизованому навчальному середовищі на базі сучасних ЕОМ і спеціалізованих програмних засобів, що відповідають всім вимогам навчального процесу.

Обрані критерії оптимальності навчання і з метою підвищення якості підготовки фахівців розроблено нову, в порівнянні з традиційною методологією, організацію навчального процесу, що включає етапи навчання і тренінгу в реальних умовах професійної діяльності тих, хто навчається.

Розроблено комплекс інтелектуальних навчальних програм з врахуванням педагогічних принципів навчання, стратегія і програмні засоби дружнього інтерфейсу для діалогу і віддаленого доступу з метою побудови розподілених навчальних систем.

Розроблено багатофункціональний метод оцінювання знань тих, хто навчається, який забезпечує тестування професійних якостей і оцінку професійної придатності, проведення моніторингу знань і вмінь, а також атестаційних і кваліфікаційних випробувань.

Реалізація запропонованих апаратних і програмних засобів дозволяє по новому, на більш високому рівні, підійти до організації навчально-педагогічної діяльності по підготовці фахівців на основі автоматизованої технології та інтелектуальних програмно-апаратних засобів навчання. Результати роботи можуть бути використані для побудови комп'ютерних систем навчання різного профілю. Всі розробки захищені сертифікатами якості [8].

Робота виконана згідно з договором про співдружність кафедри СПР ХНУ з Калінінградським науково технічним учбово-тренувальним центром (Росія).

Література

1. Соловов А. В. Проектирование компьютерных систем ученого назначения / Соловов А. В. – Самара : Самарский аэрокосмический университет, 1993. – С. 104.
2. Зайцева Л. В. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ / Зайцева Л. В., Новицкий Л. П., Грибкова В. А. – Рига : “Зинатне”, 1989. – 174 с.
3. Берников А. Р. Согласование экспертных оценок для формирования модели деятельности оператора в тренажерах / А. Р. Берников, Р. П. Графов // Научно-технический и научно-производственный журнал «Информационные технологии». – М., № 6, 2003. – С. 44–47.
4. Беспалько В. П. Основы теории и педагогических систем. Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем / Беспалько В. П. – Воронеж : Воронежск. ун-т, 1977. – 304 с.
5. Соловов А. В. Дискретные математические модели в исследовании процессов автоматизированного обучения / А. В. Соловов, А. А. Меньшикова // Самарский государственный аэрокосмический университет, "Информационные технологии", 2001, № 12 – С. 32–36
6. Растринин Л. А. Адаптивно обучение с моделью обучаемого / Л. А. Растринин, М. Х. Эренштейн. – Рига : Зинатне, 1986. – С. 160.
7. Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Проблемы компьютерного контроля знаний / Л. В. Зайцева, Н. О. Прокофьева // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002, – p. 102–106.
8. <http://www.ntutc.ru/>

Надійшла 13.8.2011 р.

УДК 006.822

С.М. НЕДІЛЬКО

Державна льотна академія України, м. Кіровоград

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТРУКТУРНОЇ СКЛАДНОСТІ

Запропоновано методику оцінки системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом за показниками структурної складності.

The article highlights the method of the estimation of system of data transmission of the automated control system of the air traffic on indicators of functional stability.

Ключові слова: система передачі даних, автоматизована система управління повітряним рухом, структурна складність.

Вступ

В сучасних умовах розвитку цивільної авіації одним зі найважливіших напрямків забезпечення заданого рівня безпеки польотів є автоматизація управління повітряним рухом. При розробці та проектуванні розподілених автоматизованих систем управління та систем передачі даних (СПД) виникає необхідність оцінки ефективності запропонованих моделей та їх структури за критерієм складності.

Постановка задачі дослідження в загальному вигляді

Дослідження та аналіз існуючої теорії складності, а саме складних процесів і систем за показниками алгоритмічної складності, обчислювальної складності, структурної складності, складності графу, трудомісткості та інших, показав відсутність відповідної методики для оцінки структурної складності системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом (АСУПР). Наукові дослідження, в цьому напрямку, мають важливе значення для оцінки ефективності процесу побудови функціонально стійких автоматизованих систем управління повітряним рухом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Теорія складності виникла як результат спроби розв'язання задач великої розмірності, які неодмінно виникають при проектуванні складних технічних систем. Вирішенню цих питань присвячено значну кількість літератури [1,2,3 та ін.], проте реалізація положень теорії складності у кожному конкретному випадку вимагає удосконалення підходів та методів стосовно особливостей конкретної галузі застосування.

Метою статті є представлення результатів щодо розробки методики оцінки системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом за показниками структурної складності.

Виклад основного матеріалу досліджень

Структура СПД АСУПР, подана у вигляді орієнтованого навантаженого графа, являє собою сукупність трьох множин. До множин вершин $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ і дуг $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ додається множина ваг $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$, кожний елемент якої співставлено дузі $e_i \in E$, $i = \overline{1, m}$, на множині вершин $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Таким чином, структура СПД АСУПР являє собою граф

$$S = (V, E, G). \quad (1)$$

На рис. 1 наведено приклади простих структур СПД у вигляді сильно зв'язаних навантажених орієнтованих графів.

Дослідження показали, що оцінка складності СПД АСУПР по кількості вузлів в деяких умовах не дає однозначного результату порівняння і тому потрібні подальші дослідження в цьому напрямку. З іншої сторони оцінка складності системи через повторюваність зв'язків між вершинами графу, яка описується так званою контурністю також потребує удосконалення. Але ці властивості безумовно мають вплив на складність мережі СПД.

Аналіз існуючих підходів щодо оцінки структурної складності показав, що перед обчисленням структурної складності треба виконати оцінку пріоритетності дуг – сортування дуг за наступними ознаками, які перераховані в послідовності перевірки: числу контурів, що проходять через дугу (по убаванню); ваги дуги (по зростанню); індексу початку дуги (по зростанню); індексу кінця дуги (по зростанню). При такому впорядкуванні найбільш пріоритетною виявиться дуга, що входить у максимальне число контурів, і, якщо виявиться, що таких дуг кілька, то більш пріоритетною буде дуга, що має меншу вагу. Навпаки, найменш пріоритетною виявиться дуга, що входить у мінімальне число контурів, і, якщо таких дуг кілька – дуга з максимальною вагою. Сортування дуг супроводжується перестановкою стовпців матриці контурів: стовпці матриці контурів групуються по убаванню сумарної кількості одиничних елементів у цих стовпцях; якщо виникли підматриці зі стовпців з однаковою кількістю одиниць, розставляємо стовпці по убаванню ваги відповідних їм дуг. Якщо в одній підматриці перебувають дуги з однаковою вагою й однаковим числом одиниць у відповідних стовпцях, тоді розставляємо їх у лексикографічному порядку за індексами дуг [3].

Аналогічно з [2], введемо у розгляд ступінь пріоритетності дуги – мультиплікативну величину, що обумовлена необхідністю балансу структурних і алгебраїчних властивостей дуги. Алгебраїчні властивості навантаженої дуги проявляються в першому співмножнику: чим вага більше, тим пріоритет дуги менше. Структурні властивості дуги оцінюються другим співмножником – чим менше приріст складності в чисельнику дроби, тим у меншій мірі дуга може вплинути на оцінку структурної складності. Фактично ступінь пріоритетності дуги є частковою похідною структурної складності по вазі дуги, що обчислюється методом кінцевих різниць.

$$Ske(e_i; \Delta g) = \frac{\Delta}{g_i^2} \frac{Sk^{IV}(S|e_i \approx g_i + \Delta g) - Sk^{IV}(S)}{\Delta g}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Пояснимо формулу (2):

$Ske(e_i; \Delta g)$ – ступінь пріоритетності дуги e_i ; функція має параметр Δg ;

знаки Δ та \approx означають, відповідно, «дорівнює за визначенням» і «співставлено», тобто присвоєно локально в межах терма;

$Sk^{IV}(S|e_i \approx g_i + \Delta g)$ – структурна складність орграфа S , у якому дузі e_i зіставлена вага g_i із приростом $\Delta g > 0$.

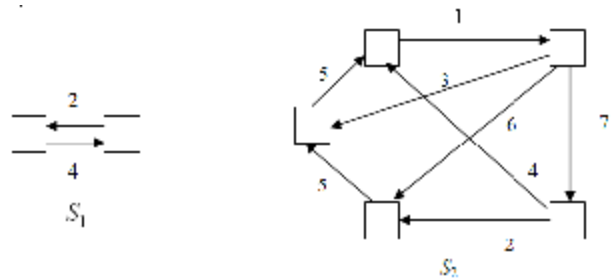


Рис. 1. Приклади простих структур СПД

В монографії [3] розроблені методики та відповідні алгоритми формування навантажених матриць інцидентності, суміжності та контурів, а також матриці складності, яка є добутком двох добутків: добутку навантажених матриць суміжності, інцидентності та транспонованої матриці контурів і транспонованого добутку навантажених матриць суміжності, інцидентності і транспонованої матриці контурів:

$$W = (XBC^T)(XBC^T)^T, \quad \dim W = (n \times n), \quad (3)$$

де W – матриця складності структури АСУПР.

Пропонується методика оцінки системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом за показниками структурної складності (рис. 2) через норму матриці складності.

Даний підхід дозволяє врахувати кількість вузлів, зв'язків, контурів, вагу як вузлів так і зв'язків.

Тоді показник структурної складності системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом у вигляді навантаженого сильно зв'язаного орієнтованого графа можна обчислювати так:

$$Sk^{IV}(S) = \|W\|_2 = \max_{1 \leq i \leq n} I_i(W), \quad (4)$$

де $\lambda_i(W), i = \overline{1, n}$ – спектр матриці W .

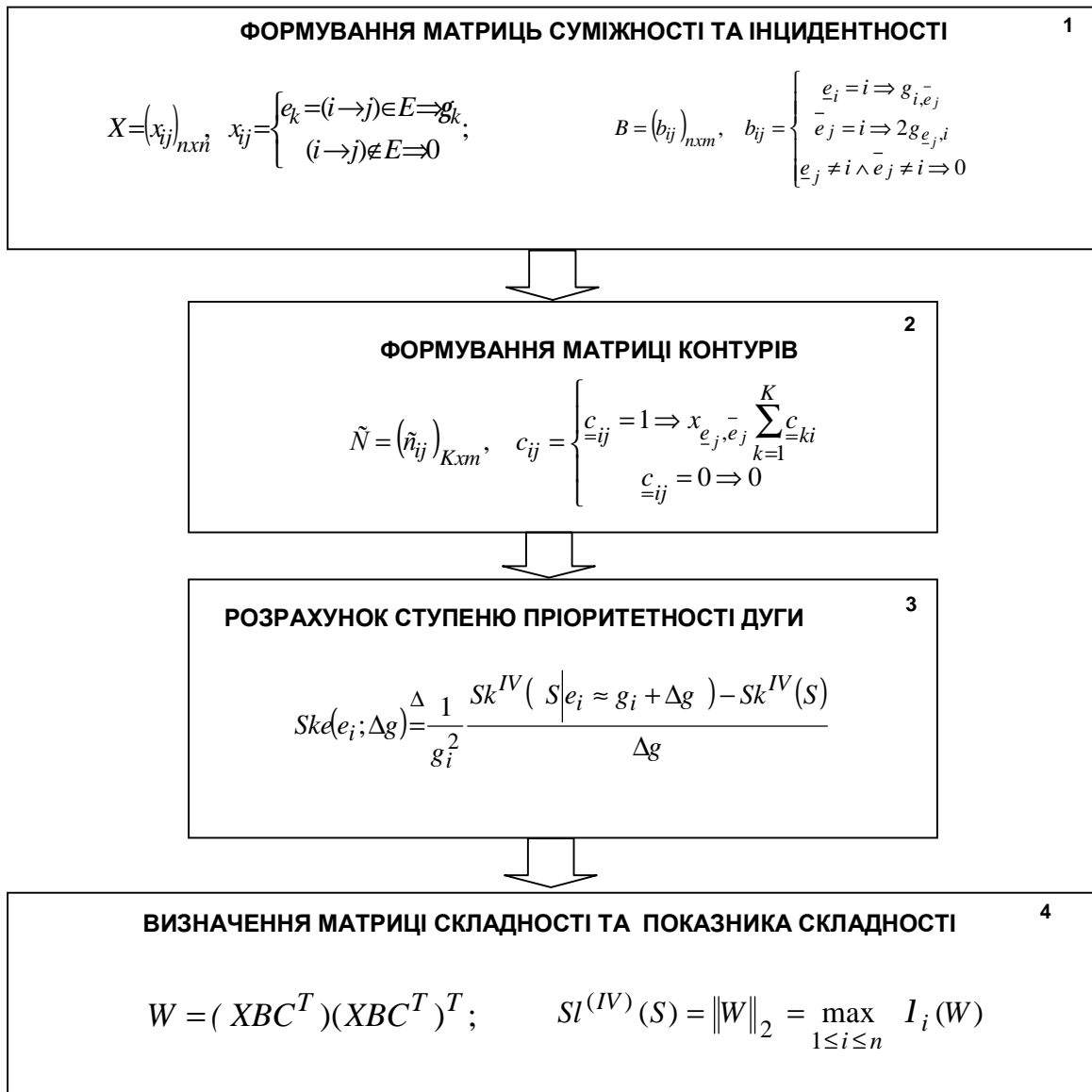


Рис. 2. Методика оцінки системи передачі даних автоматизованої системи управління повітряним рухом за показниками структурної складності

У формулі (4) немає потреби в точності визначення норми матриці, погодженої з Евклідовою нормою вектора [3], відповідно до якого $\|W\|_2 = \max_{1 \leq i \leq n} |I_i(W)|$ знак модуля можна опустити, тому що

матриця складності є симетричною, позитивно визначеною. Алгоритм, за яким виконується розрахунок виразу (4) значно відрізняється в кращу сторону від існуючих.

Для прикладу розглянемо ієрархічну структуру системи передачі даних АСУПР S_D , яка зображена на рис. 3. На рис. 4 наведено діаграму пріоритетності дуг структури S_D .

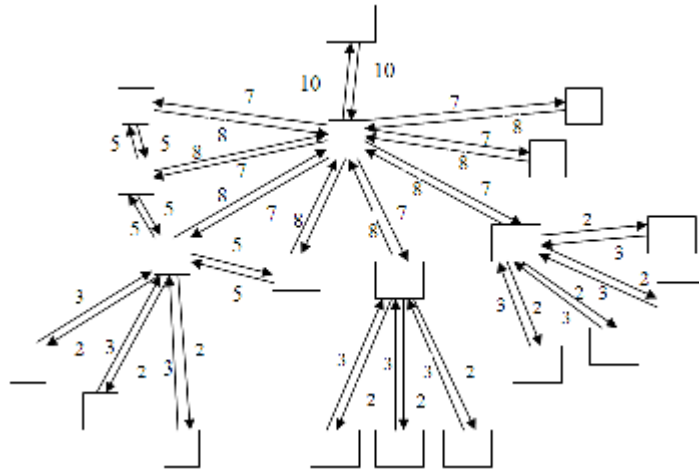


Рис. 3. Структура системи передачі даних АСУПР S_D

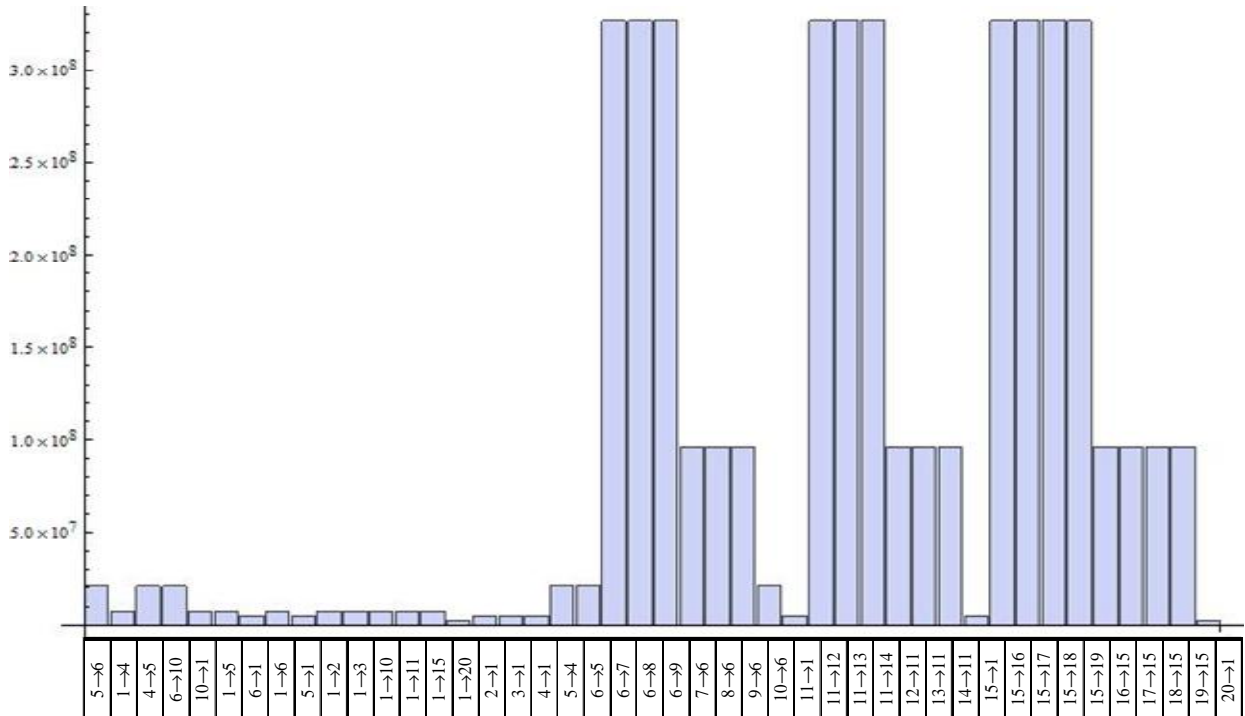


Рис. 4. Діаграма пріоритетності дуг структури S_D

Аналіз наведеної діаграми дає змогу говорити про наявність трьох «слабких» місць в структурі S_D , які обумовлюються здебільшого малою вагою дуг, що з'єднують елементи системи. Таким чином пріоритетними у даній структурі є дуги 6→7, 6→8, 6→9, 11→12, 11→13, 11→14, 15→16, 15→17, 15→18, 15→19, які мають найменшу вагу, незважаючи на те, що самі по собі ці дуги можуть розривати лише по одному контуру кожна. Залишаючи незмінними значення параметрів всіх дуг, крім першої (при одиничній вазі дуг вона була найбільш пріоритетною, оскільки входила до 5 елементарних контурів), зменшимо g_1 від 5 до 1. Дуга (5→6) знову набуває своєї найбільшої пріоритетності і стає критичною, оскільки її вага, разом з розташуванням визначають ступінь пріоритетності.

Висновки

Запропонований підхід оцінки структурної складності СПД АСУПР через норму матриці складності дозволяє врахувати кількість вузлів, зв'язків, контурів, а також вагу як вузлів так і зв'язків, що є дуже важливим при оцінці та оптимізації великих і розгалужених структур. При обчисленні показників структурної складності враховуються оцінки пріоритетності дуг – число контурів, що проходять через дугу; вага дуги; індекс початку та кінця дуги. При такому впорядкуванні найбільш пріоритетною виявиться дуга, що входить у максимальне число контурів, і, якщо виявиться, що таких дуг кілька, то більш пріоритетною буде дуга, що має меншу вагу. Навпаки, найменш пріоритетною виявиться дуга, що входить у мінімальне

число контурів, і, якщо таких дуг кілька – дуга з максимальною вагою. Сортування дуг супроводжується перестановкою стовпців матриці контурів: стовпці матриці контурів групуються по убутанню сумарної кількості одиничних елементів у цих стовпцях; якщо виникли підматриці зі стовпців з однаковою кількістю одиниць, здійснюється розстановка стовпців по убутанню ваги відповідних їм дуг. Якщо в одній підматриці перебувають дуги з однаковою вагою й однаковим числом одиниць у відповідних стовпцях, тоді стовпці сортується у лексикографічному порядку за індексами дуг.

Література

1. Биркгоф Г. Теория структур / Биркгоф Г. – М. : Мир, 1982. – 302 с.
2. Николис Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин. – М. : Мир, 1990. – 343 с.
3. Подольский В. Е. Повышение эффективности региональных образовательных компьютерных сетей с использованием элементов структурного анализа и теории сложности / В. Е. Подольский, С. С. Толстых. – М. : Машиностроение, 2006. – 176 с.

Надійшла 14.8.2011 р.

УДК.621.96

Є.С. ЛЕНКОВ

Вінницький технічний університет

МЕТОД ПЕЛЕНГАЦІЇ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАНЬ, ЩО ҐРУНТУЄТЬСЯ НА СПЕКТРАЛЬНО-КОРЕЛЯЦІЙНІЙ ОБРОБЦІ Й СЕЛЕКЦІЇ СИГНАЛІВ У ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТІ

Метод ґрунтується на реалізації нових властивостей взаємокореляційної обробки сигналів з відносним запізнюванням при використанні замість стандартного корелятора схеми спектрально-кореляційної обробки в пеленгаційному пристрої з винесеною на певну базу допоміжною антеною.

Метод оснований на реалізації нових свойств взаимокорреляционной обработки сигналов с относительным запаздыванием при использовании вместо стандартного коррелятора схемы спектрально-корреляционной обработки в пеленгационном устройстве с вынесенной на определённую базу вспомогательной антенной.

Ключові слова: пеленгація, селекція сигналів, частотна область.

Вступ. Особливість кореляційної обробки сигналів після їх перетворення послідовним спектралізатором полягає в частотному “зabarвленні” вихідних сигналів зі строгою відповідністю між відносним запізнюванням (тобто просторовим положенням джерела випромінювання, що впливає) і частотою заповнення вихідного сигналу. Ця особливість дозволяє здійснити роздільну частотну селекцію корисного й перешкоджаючого сигналів. При цьому виділення перешкоджаючих сигналів, що прийняті бічними пелюстками (БП) основної антени, забезпечує формування порогу компенсації, що наближається до гіпотетично бажаного порогу і відображає за формою реальний рівень бічних пелюсток прийому.

Виклад основного матеріалу. Можливість використання спектрального корелятора заснована на теоремі Парсеваля [1]:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{U}_1^*(t) \mathcal{U}_2^*(t) dt = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathcal{G}_1^*(f) \mathcal{G}_2^*(f) df, \quad (1)$$

де $\mathcal{U}_1^*(t)$, $\mathcal{U}_2^*(t)$ – комплексні огибаючі сигналу;

$\mathcal{G}_1^*(f)$, $\mathcal{G}_2^*(f)$ – комплексні огибаючі його спектру,

* – знак сполучення.

Згідно з теоремою (1) кореляційна функція довільних сигналів (зліва) відповідає інтегралу добутку їх спектрів.

Узагальнена алгоритмічна структурна схема пеленгатора наведена на рис. 1, де

$$Y[u(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} u(t) e^{nj2pft} dt, \quad K(jw) - \text{частотні характеристики смугових фільтрів.}$$

Основні функціональні елементи схеми (рис. 1) можуть бути реалізовані як в аналоговому, так і цифровому вигляді. Теоретичний аналіз алгоритму обробки проводиться стосовно до аналогового варіанта пеленгаційного пристрою. Структурна схема обробки сигналів до частотного селектора представлена на рис. 2.

Прийняті коливання сигналів зовнішнього джерела випромінювання (ДВ) перетворюються в сигнали, форма яких відображає їхні миттєві спектри. Це завдання виконується послідовним спектралізатором (ЛЧМ-гетеродин, змішувач, ДЛЗ, що виконує роль вузькосмугового фільтра). Для виключення впливу різниці фаз, повинен використовуватися один гетеродин для обох каналів спектралізатора.