

**МОЖЛИВОСТІ ПРИСКОРЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ  
У БЛОКАХ КОРЕКЦІЇ РОЗНЕСЕНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ЗА РАХУНОК АПРІОРНОГО ЗНАННЯ НЕОБХІДНИХ  
КОЕФІЦІЄНТІВ ПЕРЕДАЧІ КОМПЕНСАЦІЙНИХ ПІДКАНАЛІВ**

*Розглядається можливість прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем за рахунок апріорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів.*

**Постановка задачі.** Одним з перспективних напрямків підвищення перешкодозахищеності і живучості радіолокаційних засобів є багатопозиційна радіолокація [1].

Штучні області підвищеної іонізації (ОПІ) в силу значно більшої іонізації атмосфери порівняно з іншими іонізованими утвореннями набагато швидше змінюють електронну концентрацію всередині ОПІ і зміни їх координат, здійснюють найбільш суттєвий вплив на проходження радіохвиль. Необхідно також мати на увазі, що за рахунок ОПІ можливе істотне перекручування радіосигналів, обумовлене дисперсійними властивостями середовища [2]. Все це суттєво ускладнює роботу інформаційних систем.

Як випливає з аналізу останніх досліджень та публікацій, такі методи врахування та компенсації перекручувань частотних спектрів сигналів, як: метод іоносферного зондування, фільтровий спосіб корекції дисперсійних перекручувань та деякі інші [3...7] не позбавлені істотних недоліків і не ефективні для корекції перекручувань частотних спектрів сигналів, обумовлених впливом ОПІ [8...11].

В [10, 11] було запропоновано декілька способів корекції перекручувань частотних спектрів сигналів, обумовлених впливом ОПІ, що позбавлені недоліків, які притаманні наведеним вище способам і методам. В [10, 11] також були запропоновані варіанти технічної реалізації пристроїв корекції перекручувань частотних спектрів сигналів, обумовлених впливом ОПІ. Але запропоновані в [11] пристрої не вичерпують всіх можливостей щодо прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем. Таким чином, виникає задача подальшого зменшення часу перехідних процесів.

В даній статті пропонуються пристрої корекції перекручувань частотних спектрів сигналів, що здатні прискорити перехідні процеси в блоках корекції рознесених радіолокаційних систем за рахунок апріорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів.

**Мета дослідження.** У зв'язку з вищенаведеним становить певний інтерес розробка пристроїв взаємної корекції перекручувань частотних спектрів сигналів з можливістю прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем.

**Основна частина. Можливості прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем за рахунок апріорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів.**

Неважно переконатися [10], що вся робота блока корекції по суті заснована на ідеї автокомпенсації [2]. Тому при розрахунку виграшу у швидкості протікання перехідних процесів у блоках корекції, за рахунок апріорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів, можна скористатися відомою методикою розрахунку перехідних процесів для випадку автокомпенсації [12].

Для простоти викладу розглянемо одноканальний випадок, але відразу обмовимося, що проведені нижче міркування справедливі і для блоків корекції, що мають не один, а кілька ортогональних компенсаційних підканалів.

Відношення поточного і сталого передатного коефіцієнтів може бути отримане з розв'язання рівняння (6.4.46 [2]) і має вигляд:

$$\left| \dot{K} / \dot{K}_{\text{ст}} \right| = 1 - e^{-\frac{t}{T_d}}, \quad (1)$$

де  $T_d$  – динамічна постійна часу при замкненому ланцюзі зворотного зв'язку. Відповідний графік при компенсації немодульованих коливань представлений на рис. 1. Подальші міркування проведемо для цього випадку.

Нехай  $t_0$  – момент часу, до якого перехідний процес можна вважати таким, що закінчився; йому відповідає значення коефіцієнта передачі  $\dot{K}_0$ . Зв'язок між ними представимо, виходячи з (1), у наступному вигляді:

$$\frac{t_0}{T_d} = -\ln\left(1 - \left|\frac{\dot{K}_0}{\dot{K}_{ycm}}\right|\right).$$

Відносний час, що буде потрібно для встановлення довільного значення  $\dot{K}_i$ , виражається аналогічно:

$$\frac{t_i}{T_d} = -\ln\left(1 - \left|\frac{\dot{K}_i}{\dot{K}_{ycm}}\right|\right).$$

Допустимо, що ще до включення блока корекції на керований підсилювач подана напруга, що забезпечує коефіцієнт передачі компенсаційного каналу, рівний  $\dot{K}_i$ . Очевидно, що в цьому випадку відносний час перехідного процесу зменшиться на величину  $t_i/T_d$  і складе:

$$\frac{t_0}{T_d} - \frac{t_i}{T_d} = \frac{t_0}{T_d} + \ln\left(1 - \left|\frac{\dot{K}_i}{\dot{K}_{ycm}}\right|\right).$$

Знайдемо відношення

$$R_i = \frac{\frac{t_0}{T_d}}{\frac{t_0}{T_d} - \frac{t_i}{T_d}} = \left[1 + \frac{\ln\left(1 - \left|\frac{\dot{K}_i}{\dot{K}_{ycm}}\right|\right)}{\frac{t_0}{T_d}}\right]^{-1}. \tag{2}$$

За допомогою виразу (2) можна оцінити, в скільки разів підвищиться швидкість адаптації, якщо настроювання коефіцієнта передачі компенсаційного каналу блока корекції відбувається не з нуля, а з деякого значення  $\dot{K}_i$ , виставленого завчасно. Результати розрахунків за цією формулою для  $t_0/T_d = 3$  й  $t_0/T_d = 5$  і різних початкових значень  $\dot{K}_i$  наведені в табл. 1.

Табл. 1

$ \dot{K}_i/\dot{K}_{ycm} $		0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9
$R_i$	$t_0/T_d = 3$	1	1,08	1,2	1,4	2,2	4,3
	$t_0/T_d = 5$	1	1,05	1,1	1,2	1,5	1,9

З таблиці видно, що апріорне знання коефіцієнта передачі компенсаційного каналу дозволяє прискорити перехідні процеси, причому, чим точніше виставлене його початкове значення, тим більше вираш.

У випадку, якщо обставини, що виникли після закриття цілі ОПІ, слабко змінюються від огляду до огляду (мається на увазі зміна параметрів ОПІ), що може мати місце при періоді огляду не більш 1 сек. і через 30...50 сек. після вибуху, за апріорне значення коефіцієнта передачі підканалу можна прийняти його значення на попередньому огляді.

Структурна схема рознесеної системи з блоком корекції, у якому реалізується запам'ятовування керуючих напруг регульованих підсилювачів, представлена на рис. 2. У порівнянні з блоком корекції рознесеної радіолокаційної системи, зображеної на рис. 1 [11], блок корекції даної системи додатково включає оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП),  $m$  аналого-цифрових і  $m$  цифро-аналогових перетворювачів (АЦП і ЦАП),  $m$  двохвідних суматорів.

Особливістю роботи блока корекції є те, що коефіцієнти передачі регульованих підсилювачів устанавлюються шляхом подачі на них керуючих напруг з виходів відповідних двохвідних суматорів.

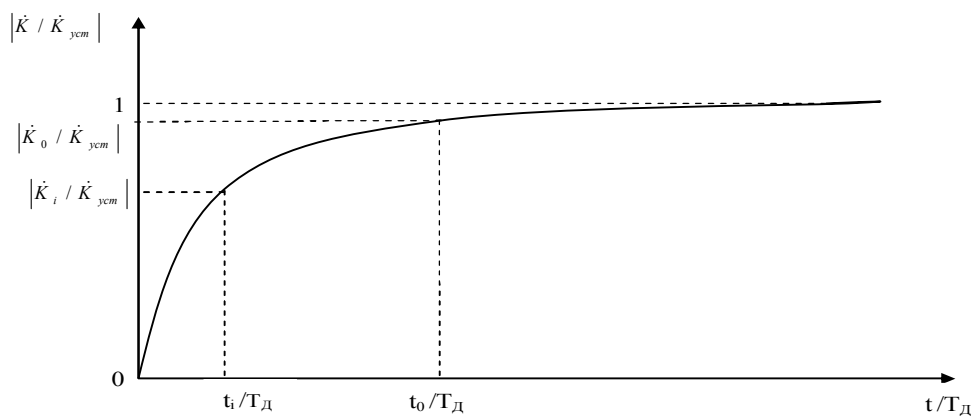


Рис. 1

У пам'яті ОЗП зберігаються значення кодів напруг, необхідних для початкової установки коефіцієнтів передачі регульованих підсилювачів для кутових напрямків, прикритих ОПІ, за попередній цикл огляду. Ці значення кодів напруг приймаються в поточному циклі огляду за початкові (апріорні). При черговому циклі огляду простору від вимірника кутового положення цілі на адресну шину ОЗП надходить код кутового положення променя РЛС, що забезпечує звертання до відповідних осередків, пам'яті. По тактових імпульсах, що надходять від синхронізатора РЛС, відбувається зчитування інформації, що там утримується (до тактових імпульсів прив'язується установка променя РЛС у черговий кутовий напрямок). Лічені з пам'яті коди апріорних значень напруг через ЦАП надходять на перші входи відповідних двохвідних суматорів. На другі входи цих суматорів приходять напруги, вироблювані за рахунок кореляційного зворотного зв'язку, що, сумуючись з напругами, що надходять на перші входи, забезпечують уточнення коефіцієнтів передачі регульованих підсилювачів. Після встановлення поточних значень коефіцієнтів передачі регульованих підсилювачів значення керуючих напруг з виходів двохвідних суматорів, перетворені в цифрові коди в АЦП, записуються в ОЗП. Командами запису служать тактові імпульси, затримані на час, рівний періодові їхнього проходження, за винятком тривалості циклу роботи ОЗП для того, щоб до приходу чергового тактового імпульсу необхідна інформація була б записана.

Якщо ситуація, що виникла після закриття цілі ОПІ, помітно змінюється від огляду до огляду, що може мати місце в перші десятки секунд після вибуху (до 30...50 с) і при періоді огляду більш 1 сек., наприклад, при використанні максимально припустимого інтервалу непідтвердження інформації для БП РЛК, рівного 4 сек. [5], використання як апріорних значення кодів напруг, отриманих на попередньому огляді, може виявитися недостатньо ефективним (див.табл.1). У цьому випадку можна діяти в такий спосіб: по записаних за кілька оглядів кодах напруг побудувати математичну модель їхньої зміни (у найпростішому випадку-лінійну) і в черговому циклі огляду за апріорні використовувати екстрапольовані значення.

Структурна схема рознесеної системи з блоком корекції, у якому реалізується лінійна екстраполяція необхідних керуючих напруг регульованих підсилювачів, представлена на рис. 3. У порівнянні з блоком корекції, зображеної на рис. 2, додатково введені  $n$  аналого-цифрові і  $n$  цифро-аналогові перетворювачі, крім того, усі двохвідні суматори замінені на тривхідні.

Екстрапольоване значення керуючої напруги регульованого підсилювача кожного компенсаційного каналу  $U_{\Delta n}$  складається з отриманих у попередньому циклі огляду керуючої напруги  $U_{n-1}$ , знятої з входу регульованого підсилювача, і напруги нев'язки  $\Delta U_{n-1}$ , виробленої за рахунок кореляційного зворотного зв'язку і знятої з виходу відповідного корелятора:

$$U_{\Delta n} = U_{n-1} + \Delta U_{n-1}.$$

Керуюча напруга на виході підсилювача дорівнює:

$$U_n = U_{\Delta n} + \Delta U_n.$$

Тут  $\Delta U_n$  – напруга нев'язки, вироблювана за рахунок кореляційного зворотного зв'язку в поточному циклі огляду. Запис і зчитування інформації здійснюється також, як і в рознесеній системі з блоком корекції, представленою на рис. 2.

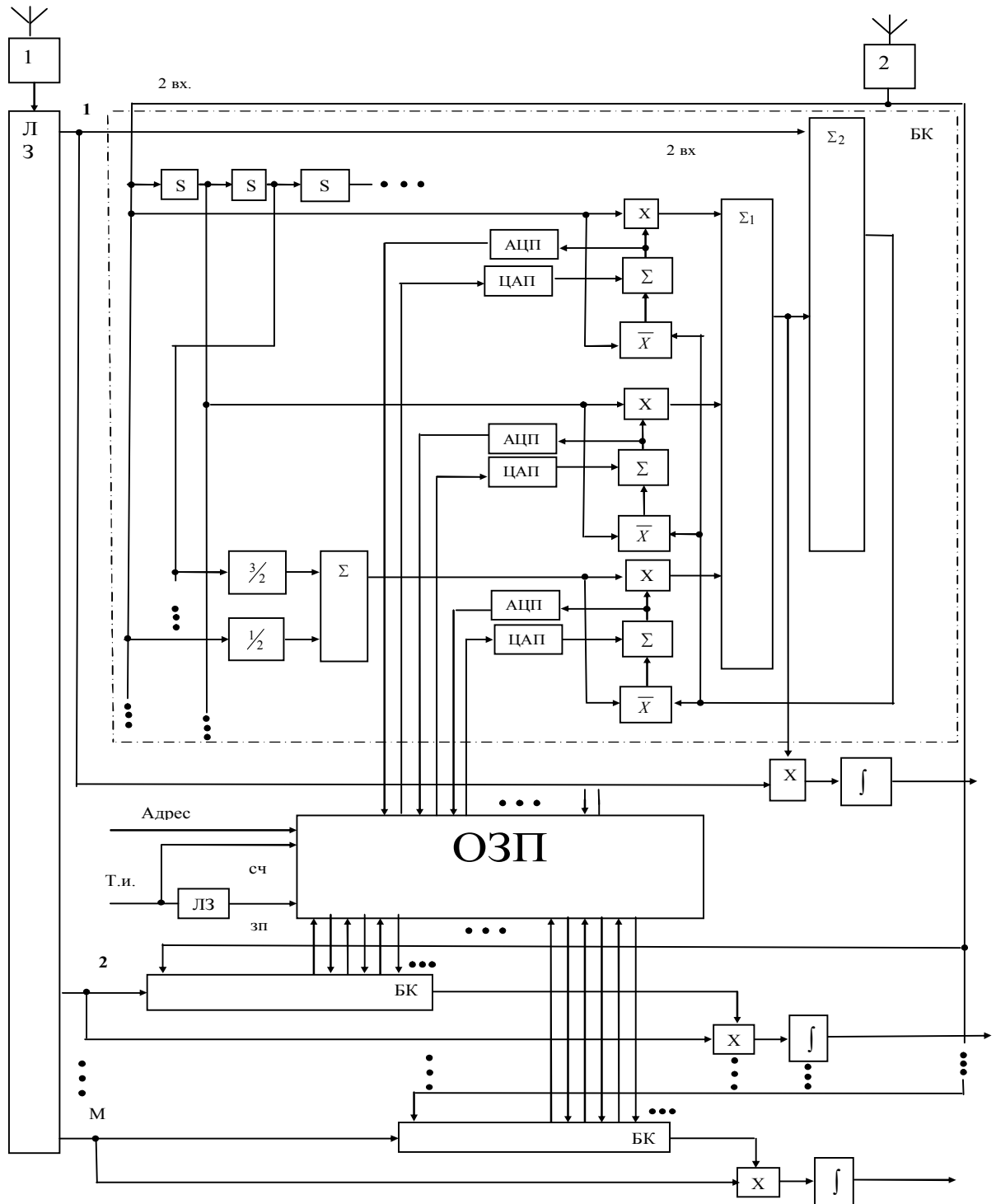


Рис. 2

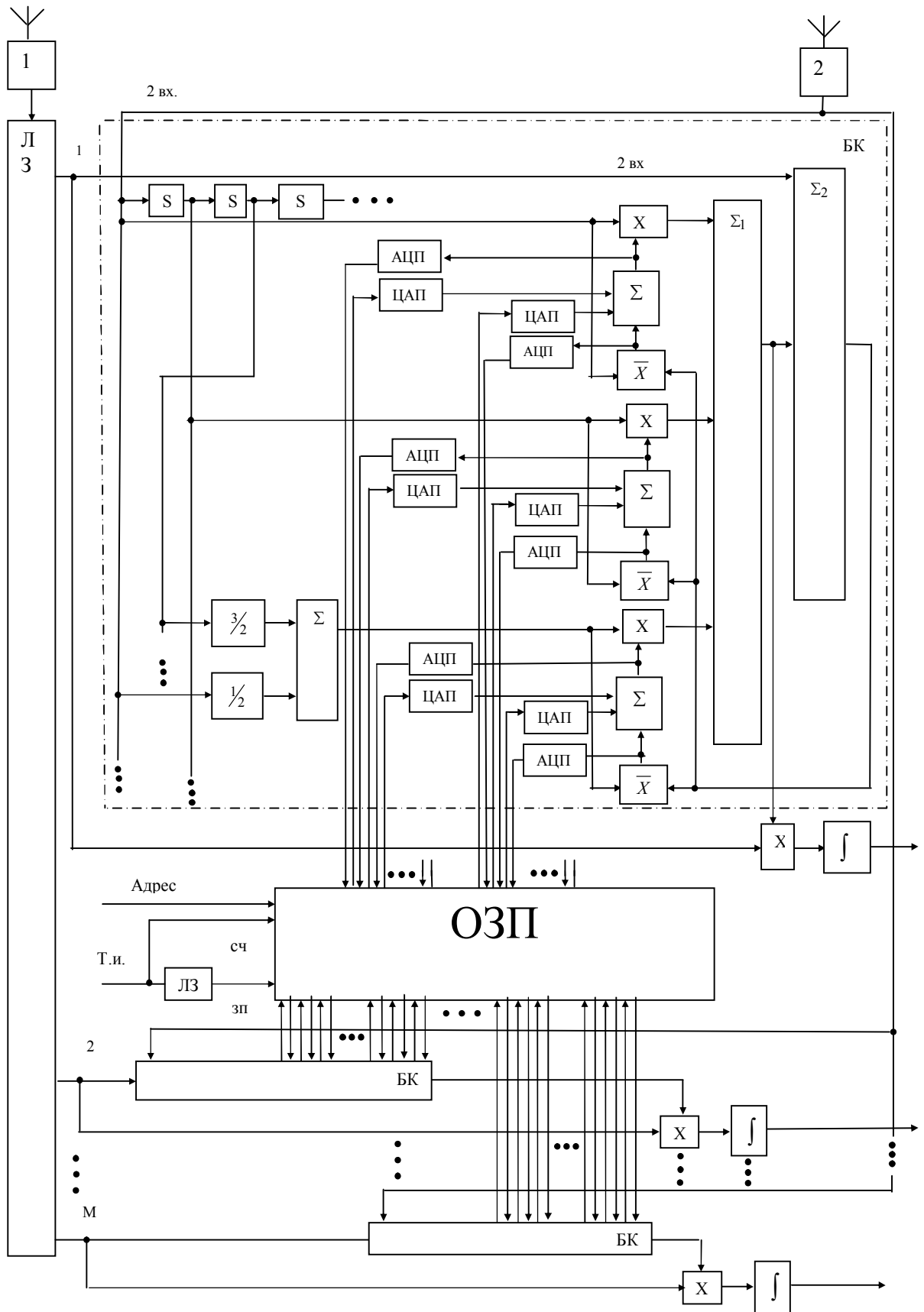


Рис. 3

Очевидно, що задачу екстраполяції значень керуючих напруг можна вирішити не тільки за допомогою розглянутих вище автономних пристроїв, але і шляхом використання керуючої ЕОМ. Для цього знадобиться проведення відповідних алгоритмічних доробок, а також засобу сполучення (АЦП, ЦАП).

**Висновок.** Виходячи з викладеного, видно, що апріорне знання коефіцієнта передачі компенсаційного каналу дозволяє суттєво прискорити перехідні процеси, причому, чим точніше виставлене його початкове значення, тим більше вираш.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Черняк В.С., Заславский Л. П., Осипов Л.В. Многопозиционные радиолокационные станции и системы // Зарубежная радиоэлектроника. – 1987. – № 1.
2. Ширман Я.Д., Манжос В.І. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. – М.: Радио и связь, 1981.
3. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. – М.: Физматиздат, 1990.
4. Скольник М. Введение в технику радиолокационных систем. – М.: Мир, 1995.
5. Красногоров С.И. Вплив горизонтальних градієнтів показника переломлення атмосфери на точність радіолокації високолетячих об'єктів // Праці ВІРТА. – 1981. – № 53.
6. Чорний Ф.Б. Поширення радіохвиль. – М.: Сов. радио, 1992.
7. Девис К. Радіохвилі в іоносфері. – М.: Світ, 2003.
8. Альперт Я.П., Гинзбург В.Л., Фернберг Е.Л. Поширення радіохвиль. – М.: Гостехиздат, 1993.
9. Денисюк А.Ю. Оцінка впливу областей підвищеної іонізації на кореляцію сигналів, що приймаються в приймальних пунктах багатопозиційного радіолокаційного комплексу. Вісник ЖДТУ. – № 1 (36). – Житомир: ЖДТУ, 2006. – С. 123.
10. Денисюк А.Ю. Розробка пристроїв корекції впливу областей підвищеної іонізації на роботу багатопозиційного радіолокаційного комплексу // Вісник ЖДТУ. – № 2 (37). – Житомир: ЖДТУ, 2006. – С. 121.
11. Денисюк А.Ю. Розробка пристроїв корекції впливу областей підвищеної іонізації з ортогональними підканалами на роботу багатопозиційного радіолокаційного комплексу // Вісник ЖДТУ. – № 3 (38). – Житомир: ЖДТУ, 2006. – С. 78.
12. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации. – Харьков.: ВІРТА ПВО, 1984.

ДЕНИСЮК Анатолій Юрійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри радіоелектроніки Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

- математичне моделювання складних систем;
- обробка радіолокаційної інформації на фоні перешкод;
- підвищення точності виміру координат на фоні перешкод.

Подано 22.10.2006

Денисюк А.Ю. Можливості прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем за рахунок априорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів.

Денисюк А.Ю. Возможности ускорения переходных процессов в блоках коррекции разнесенных радиолокационных систем за счет априорного знания необходимых коэффициентов передачи компенсационных подканалов.

Denisyuk A. U. Possibility speed up passage process in the device correction of the radiobroadcasting systems owing befor experience knowledge necessary coefficients pass compencation canals.

УДК 621.391.8:621.396.96

Можливості прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем за рахунок априорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів / А.Ю. Денисюк.

В статті розглядається можливість прискорення перехідних процесів у блоках корекції рознесених радіолокаційних систем за рахунок априорного знання необхідних коефіцієнтів передачі компенсаційних підканалів.

УДК 621.391.8:621.396.96

Возможности ускорения переходных процессов в блоках коррекции разнесенных радиолокационных систем за счет априорного знания необходимых коэффициентов передачи компенсационных подканалов / А.Ю. Денисюк.

В статье рассматривается возможность ускорения переходных процессов в блоках коррекции разнесенных радиолокационных систем за счет априорного знания необходимых коэффициентов передачи компенсационных подканалов.

УДК 621.391.8:621.396.96

Possibility speed up passage process in the device correction of the radiobroadcasting systems owing befor experience knowledge necessary coefficients pass compencation canals. / A.U. Denisyuk.

Possibility speed up passage process in the device correction of the radiobroadcasting systems owing befor experience knowledge necessary coefficients pass compencation canals are viewed in the article..