

По аналогії з вище викладеним

$$P_{nr} = f(P_{пом\Sigma}; \gamma_u),$$

звідки отримуємо, що порогове значення γ_u буде таким

$$\gamma_u = \Psi_u(P_{nr}; P_{пом\Sigma}),$$

і буде забезпечувати дане значення P_{nr} при значенні $P_{пом\Sigma}$.

Отже, замість (3) отримуємо таку вимогу мінімізації

$$\gamma_u = \Psi_u(P_{nr}; P_{пом\Sigma}) \Rightarrow \min$$

при $P_{пом\Sigma доп} = \mu \tilde{P}_{пом доп} = const$.

Це означає, що розпізнавання кодового сигналу по критерію Неймана – Пірсона по всій множині можливих завад забезпечується коли:

– імовірність помилкового приймання цифрового сигналу дорівнює заздалегідь вибраному

допустимому значенню;

– мінімізація відношення потужностей сигналу до завади достатня для забезпечення допустимого значення імовірності нерозпізнання сигналу.

Таким чином, модифікований критерій Неймана – Пірсона для розпізнання цифрових сигналів реалізується, якщо він реалізується для часткових символів. Останнє, як було показано вище, виконується.

Отже, критерій завадостійкості Неймана – Пірсона на відміну від критеріїв Котельникова і середнього ризику може бути легко практично реалізований для неперервних і дискретних сигналів по заздалегідь вибраному допустимому значенню їх помилкового приймання.

1. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. – М.: Сов. радио, 1970 – 728 с. 2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Сов. радио, 1986 – 889 с.

УДК 621.397

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ПЕРЕДАЧІ МОДУЛЯЦІЇ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ПЗЗ-МАТРИЦІ

© Сергеев О.О., Бойко І.В., Приміський В.Ф., 2003
Національний технічний університет України "КПІ"

Розглянуто питання експериментальних досліджень коефіцієнтів передачі модуляції передавальної телевізійної камери на ПЗЗ-матриці в різних спектральних інтервалах. Отримані результати дозволили визначити спектральний інтервал, в якому досягається максимальне значення контрасту зображення.

В останні роки телевізійні засоби контролю набули широкого вжитку, особливо у мікроскопії, медичній техніці, контролі якості продуктів харчування [1, 2]. Але побудова вимірювальної чи контрольної телевізійної системи неможлива без належного розрахунку усіх її ланцюгів, і в першу чергу джерела сигналу – передавальної телевізійної камери (ПТК).

На практиці найчастіше використовуються готові ПТК з жорстко закріпленими виробником параметрами, але при цьому не всі вони вказуються у технічній документації. В першу чергу це стосується характеристики відносної спектральної чутливості ПТК та її ФПМ. Тому виникає завдання аналізу та визначення невідомих параметрів ПТК, які впливають на характеристики системи в цілому.

Загальною моделлю при аналізі проходження сигналів через лінійну систему є трансформація

спектра сигналів [3]. Цей процес можна розділити на три частини. Першою є знаходження спектрального розподілу вхідної функції. Потім здійснюється перенос спектру через систему з оптичною передаточною функцією (ОПФ) та синтез вихідного сигналу по спектральній функції.

У загальному випадку ОПФ є комплексною функцією просторової частоти ν_r , а її модуль визначає функцію передачі модуляції (ФПМ).

ФПМ визначається як сукупність коефіцієнтів передачі модуляції (КПМ) для різних просторових частот. В останній час вирішенню це питання висвітлено у достатній кількості публікацій. Одна частина присвячена теоретичному підходу у визначенні ФПМ [4, 5] і базується на аналізі математичної моделі ПТК. Інша [6] базується на експериментальному визначенню характеристик ПТК.

Оскільки не всі параметри математичної моделі відомі при використанні серійних ПТК, саме експериментальні методи дозволяють в цілому вирішити проблему визначення ФПМ серійних ПТК. Але деякі питання, важливі з точки зору підвищення точності визначення ФПМ, не вирішені і досі.

Зокрема, в роботі [6] не врахована можливість зміни спектрального складу випромінювання та наявність ПТК з різними характеристиками відносної спектральної чутливості.

Невирішеність даного питання перешкоджає ефективному застосуванню телевізійних засобів в телевізійних спектральнональних системах, стримує розвиток систем оперативної діагностики і ускладнює розв'язання актуальної проблеми – оперативної діагностики продуктів тваринництва на трихінельоз

Метою роботи є експериментальне визначення ФПМ телевізійної вимірювальної системи на основі ПЗЗ-матриці, яке б враховувало особливості використання ПТК в складі спектральнональної системи, обумовлені наявністю зміни спектрального складу випромінювання та наявністю ПТК з різними характеристиками відносної спектральної чутливості.

До основних завдань роботи віднесені наступні:

- визначення чинників, які впливають на ФПМ ПТК в спектральнональній системі;

- розробка експериментального стенду для дослідження ПТК;

- розробка методики досліджень;
- отримання експериментальних залежностей ФПМ ПТК від спектрального складу випромінювання.

На практиці для експериментального визначення ФПМ найчастіше застосовують прямокутні штрихові міри з наступним використанням формули Кольмана [7].

Якщо прямокутна міра характеризується

контрастом $K(v) = \frac{E_{\max}(v) - E_{\min}(v)}{E_{\max}(v) + E_{\min}(v)}$, де $E_{\max}(v)$,

$E_{\min}(v)$ – максимальне і мінімальне значення освітленості, а контраст в її зображенні

$K'(v) = \frac{E'_{\max}(v) - E'_{\min}(v)}{E'_{\max}(v) + E'_{\min}(v)}$, то коефіцієнт передачі

контрасту $K(v) = \frac{K'(v)}{K''(v)}$. Коефіцієнт передачі моду-

ляції для гармоніки V_2 згідно формули Кольмана:

$$K(v_2) = \frac{\pi}{4} \left[K(v) + \frac{1}{3} K(3v) - \frac{1}{5} K(5v) + \dots \right], \quad (1)$$

де $K(v), K(3v), K(5v), \dots$ – коефіцієнти передачі контрасту для штрихових мир з частотою $v, 3v, 5v, \dots$

ФПМ телевізійної системи в області низьких просторових частот визначаються головним чином ФПМ ПТК. Неефективність переносу в сучасних ПЗЗ-матрицях з об'ємним каналом переносу дуже мала, тому її можна виключити з подальшого розгляду. ФПМ ПТК $K_{ПТК}(v)$ на базі сучасних ПЗЗ-матриць визначається добутком геометричної $H_G(v)$ і дифузійної $H_D(v)$ складових:

$$K_{ПТК}(v) = H_G(v) \cdot H_D(v). \quad (2)$$

Геометрична складова в свою чергу визначається так [8]:

$$K_G(v) = \sin\left(\frac{v}{v_{\max}} \cdot \frac{\pi l}{p}\right) / \frac{v}{v_{\max}} \cdot \frac{\pi l}{p}, \quad (3)$$

де $v_{\max} = 1/p$, l – розмір елемента, p – крок елементів матриці по відповідній осі.

Дифузійна складова [8]:

$$K_D(v) = \left(1 - \left[\frac{e^{(-\alpha L_d)}}{1 + \alpha L}\right]\right) / \left(1 - \left[\frac{e^{(-\alpha L_0)}}{1 + \alpha L_0}\right]\right), \quad (4)$$

де $\frac{1}{L^2} = \frac{1}{L_0^2} + (2\pi v)^2$; $L_0 = d \cdot \tau$; $\alpha(\lambda)$ – коефіцієнт

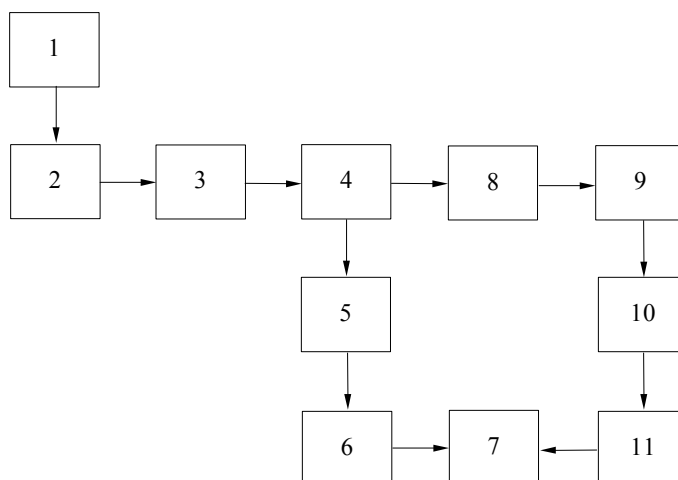
поглинання Si; L_d – глибина збідненої області; d – коефіцієнт дифузії; τ – рекомбінаційний час життя електронів.

Геометрична складова жорстко задана параметрами матриці (крок і розмір елемента) і не змінюється в ході експлуатації.

При використанні ПТК у спектральнональній системі спектральний склад випромінювання постійно змінюється, що, відповідно до формули (4), призводить до зміни коефіцієнта передачі модуляції ПТК. В той же час складові, які присутні у виразі (4), для серійних ПТК не можуть бути отримані розрахунковим шляхом, що призводить до необхідності експериментального визначення залежності ФПМ від спектрального складу випромінювання.

Для дослідження даної залежності на різних спектральних інтервалах оптичного випромінювання був розроблений

експериментальний стенд, схема якого приведена на рис.1.



1– блок керування джерелом живлення; 2 – джерело живлення еталонної лампи; 3 – амперметр. 4.– еталонна лампа СИ-10-300; 5 – телевізійна камера; 6 – блок введення телевізійного сигналу в персональний комп'ютер (ПК); 7 – персональний комп'ютер (ПК); 8–лінійка фотоприймачів; 9 – комутатор. 10 – підсилювач фото сигналу; 11 – АЦП

Рис. 1. Структурна схема експериментального стенда

Основу конструкції стенда складає лампа СИ-10-300, що закріплюється на оптичній лаві. Її живлення здійснюється від керованого стабілізатора напруги з установкою і контролем струму. Завдяки стабілізації параметрів живлення еталонної лампи з точністю 0,01% температура нитки розжарення залишається постійною, так що спектральна характеристика випромінювання лампи в широкому спектральному інтервалі не змінюється. На оптичній лаві закріплене поворотне коло, на яке встановлюється телевізійна камера. Для налагодження стенда і точної установки яскравості

лампи на місце ПТК встановлюється лінійка фотодіодів. Через аналоговий комутатор і плату АЦП сигнал від них заводиться в ПК. При налагодженні стенда добиваються того, щоб сигнал від різних елементів не відрізнявся більш ніж на 0,5%.

Для вимірювання КПМ на визначеному спектральному між ПТК і еталонною лампою встановлюється оптичний спектральний фільтр. Спектральні характеристики фільтрів, що використовуються у спектральному діагностичному системі оперативної діагностики, приведені на рис.2.

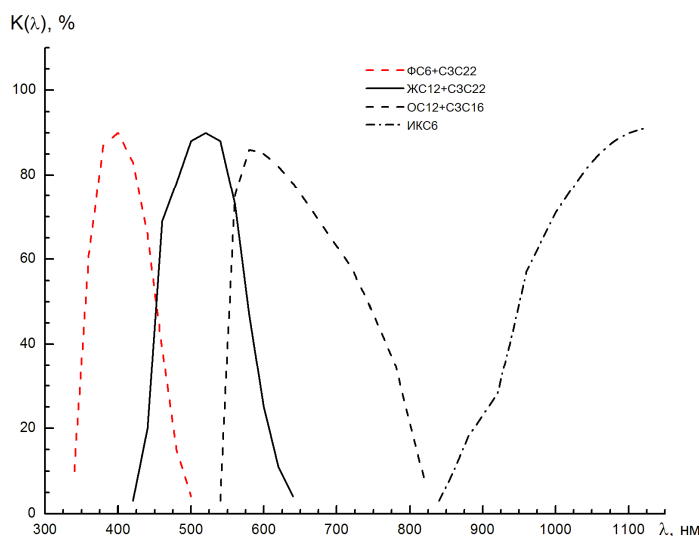


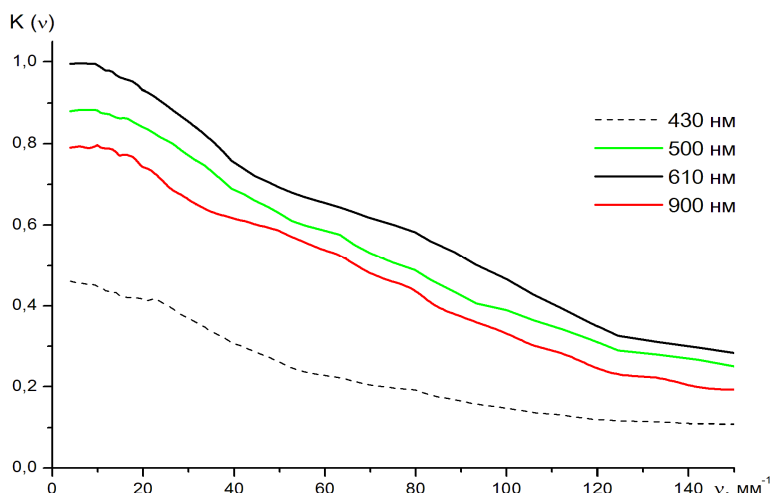
Рис.2. Відносне спектральне пропускання фільтрів $K(\lambda)$

Три з них відокремлюють ділянки у видимому діапазоні спектра, один зі зсувом у синю частину спектра і один зі зсувом у червону частину спектра відносно центральної ділянки, що припадає на максимум чутливості людського ока в області 550 нм. Четверта ділянка відокремлюється в ближній інфрачервоній області та обмежується спектральною характеристикою чутливості ПТК, що закінчується на ділянці 1100 нм.

Штрихові міри різної просторової частоти оптичною системою відображаються на чутливий елемент ПЗЗ-матриці ПТК. Отриманий телевізійний сигнал оцифровується за допомогою розробленого нами блока введення телевізійного сигналу в ПК [9]. Завдяки використанню в цьому блоці апаратного регулювання нульового рівня та підсилення

відеосигналу компенсація фону зображення відбувається до його оцифровки. За рахунок цього точність вимірювання КПМ підвищується до 10%, оскільки цілком використовується діапазон вхідного сигналу АЦП. Після введення зображень у ПК для всього набору мір вимірюється контраст отриманих зображень і по формулі Кольмана розраховується КПМ ПТК у даному спектральному діапазоні.

Для експериментального визначення функції передачі модуляції телевізійної вимірювальної системи на основі пзз-матриці нами була використана ПТК OS-25, яка за своїми технічними характеристиками повністю відповідає вимогам телевізійної системи діагностики трихінельозу з підвищеною вірогідністю. Отримані для ПТК OS-25 результати приведені на рис.3.

Рис.3. Коефіцієнт передачі модуляції ПТК $K(v)$ в різних інтервалах оптичного спектра

Дані залежності дозволяють визначити спектральний діапазон 580 – 630 нм як найбільш ефективний для роботи телевізійної спектральної системи з використанням ПТК OS-25 по критерію вірогідності контролю, оскільки контраст телевізійного зображення в цьому діапазоні підвищується на 15-20% до інших спектральних ділянок, а зміна контрасту зображення має найбільший вплив на вірогідність контролю [10].

Таким чином на основі вищевказаного можна зробити такі висновки:

1) експериментальне визначення ФПМ телевізійної вимірювальної системи на основі пзз-матриці, яке враховує зміну спектрального складу випромінювання та наявність ПТК з різними

характеристиками відносної спектральної чутливості дозволяє підвищити точність визначення ФПМ ПТК в складі спектральної системи;

2) визначення спектрального діапазону є дуже важливим, зокрема при вирішенні задачі підвищення вірогідності телевізійних засобів контролю, оскільки зміна контрасту зображення має найбільший вплив на вірогідність контролю.

1. Порев В.А. Відеомікроскопія // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – №1. – С.194–197. 2. Папаян Г.В., Манцетов А.А. Высококонтрастная измерительная телевизионно-компьютерная система "ТВИСТ" для флуоресцентной эндоскопии и микроскопии //

- Приборы и техника эксперимента. – 2000. – №5. – С.70-77. 3. Трофимов Б.Е., Куликовский О.В. Передача изображений в цифровой форме. – М.: Связь, 1980. – 188с. 4. Порев В.А., Куликова О.В. Пространственно-частотная характеристика телевизионной системы на матрице ПЗС / Нац. техн. ун-т. України “Київ. політехн. ін-т.”. – Київ, 1997. – Деп. в УкрІНТЕІ 28.05.97, № 401 – Уі 97. 5. Порев В.А., Куликова О.В. Дослідження математичної моделі автоматизованої телевізійної системи контролю // Проблеми управління та інформатики. – 1998. – №3. – С.115-118. 6. Журович К.А., Кириллов В.П., Михайлов Ю.А. и др. Метод измерения амплитудной характеристики устройства регистрации изображения на основе ПЗС-матрицы // Приборы и техника эксперимента. – 2001. – №5. – С.113-116. 7. Coltman I.W. The specification of imaging properties by response to a sync-wave input // Journal of Optical Society of America. – 1955. – Vol.44, №6. – P.467-471. 8. Пресс Ф.П. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. – М.: Радио и связь, 1991. – 136с. 9. Сергеев А.А. Плата для ввода изображений в ЭВМ типа IBM для телевизионной микроскопии // Приборы и техника эксперимента. – 1997. – №6. – С.139 10. Сергеев О.О. Оцінка вірогідності при телевізійному контролі стану біологічних об'єктів // Методи та прилади контролю якості. – 2000. – №5. – С.84-86.

УДК 621.643.2., 622.276.

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ОСІ ТРУБОПРОВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІКИ МНОГОЧЛЕНІВ ЕРМІТА

© Олійник А. П., 2003

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Проведено оцінку точності методу визначення просторової конфігурації осі трубопроводу з використанням многочленів Ерміта, який базується на наближеному розв'язанні варіаційної задачі для функціоналу зміни повної потенціальної енергії стержня під дією силових факторів різної природи. Встановлено та проаналізовано аналітичні формули для оцінки точності методу, наведено основні висновки на основі проведених досліджень.

Одним з основних методів неруйнівного контролю та технічної діагностики складних систем, що експлуатуються в різних галузях промисловості є метод математичного моделювання процесів та явищ, що є характерними для роботи вказаних систем. Зокрема, при оцінці реального технічного стану об'єктів за даними про переміщення певної множини точок важливого значення набуває розробка та реалізація методів вирішення некоректної задачі відновлення параметричного подання об'єкта як тривимірного тіла, яка може бути вирішена шляхом заміни її множиною більш простих (одновимірних) задач. При дослідженні технічного стану трубопроводів різного призначення вивчаються їх моделі як стержневих систем [1-3], оболонки [4], тривимірних криволінійних циліндричних тіл [5]. Використання стержневих та оболонкових моделей є цілком задовільним з точки зору проектування систем та вивчення їх

функціонування в найпростіших модельних умовах, тоді як в ході тривалої експлуатації досліджувані об'єкти зазнають таких силових впливів, які, як правило, важко змоделювати в рамках вказаних моделей. В таких випадках цілком вмотивованим є використання моделей, в яких трубопровід розглядається як тривимірне циліндричне тіло, що дозволяє змоделювати реальну конфігурацію тіла. Важливим моментом в процесі розв'язання задач вказаного типу є відтворення просторової конфігурації осі вказаних об'єктів за обмеженою інформацією про переміщення її точок, які визначаються шляхом використання методів різної фізичної природи. Вказана проблема вирішується шляхом використання різних методів інтерполяції та апроксимації даних за наявності умови використання певних додаткових співвідношень. Перспективним є використання інтерполяційних поліномів Ерміта для моделювання процесу