



## ОЦІНКА КІЛЬКОСТІ ІДЕНТИФІКОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗА ТОНАЛЬНИМ СИГНАЛОМ

Збішек Домбровський

Тернопільський національний економічний університет  
Старший викладач  
46011, м. Тернопіль

**Резюме:** Застосування тональних сигналів з обмеженого діапазону низької частоти є ефективним засобом ідентифікації об'єктів системи керування (СК) енергоспоживанням у мережі з радіоканалом. З метою визначення вимог до характеристик засобів цифрової обробки тональних сигналів запропоновано метод оцінювання граничної кількості достовірної ідентифікації об'єктів в СК у мережі з радіоканалом. На основі визначених вимог запропоновано структуру придатну до побудови уніфікованих цифрових пристроїв для генерації та фільтрації тональних сигналів ідентифікації об'єктів СК та досліджено їх достовірність. Наведено графіки результатів порівняння залежності імовірності виявлення від відношення сигналу до шуму при різних імовірностях помилки.

**Ключові слова:** ідентифікація об'єктів системи керування, мережа з радіоканалом, тональні сигнали, пристрої генерації та фільтрації тональних сигналів.

### 1. ВСТУП

Для оперативного керування об'єктами розподілених систем, наприклад, транспортування енергоносіїв на великих територіях, актуальним є використання комп'ютерних систем керування (СК) [1]. Якщо на території розгортання таких СК відсутні комунікації з виділеними високоякісними провідними чи волоконно - оптичними каналами зв'язку, їх альтернативою є радіоканали [2]. Проте застосування радіоканалів в СК ускладнює можливість достовірної ідентифікації множини об'єктів, тобто визначення потрібного об'єкта СК, тому, що радіоканал є колективним засобом обміну інформацією. Для достовірної ідентифікації об'єктів СК, наприклад, при телекеруванні енергоспоживанням, застосовують тональні коливання низької частоти (НЧ) [3]. У відомих СК енергоспоживанням кожен об'єкт (1,2,...n) кодує тональним сигналом фіксованої частоти  $f_i$  в заданому діапазоні  $D=f_{\max}-f_{\min}$ , який генерують протягом інтервалу виявлення  $T_e$ .

За протоколом обміну, згідно галузевого стандарту [3], ознаками ідентифікації є:

1. значення частоти тонального сигналу;

2. присутність тональної частоти протягом визначеного інтервалу;
3. перевищення відфільтрованого усередненого рівня сигналу певного порогового значення.

За критерій присутності тональної частоти  $f_k$  застосовують перевищення наперед вибраного порогу середньо квадратичним значенням відфільтрованого сигналу  $x(t)$ .

Пристрої генерування гармонічного сигналу (тону) реалізують за різними схемами [4,5], які повинні задовольняти жорсткі вимоги щодо стабільності та точності частоти. У відомих СК виявлення сигналу (декодування потрібної частоти  $f_k$ ), здійснюють смуговим фільтром із смугою пропускання 34 Гц, які реалізують за допомогою електромеханічних фільтрів (ЕМФ). Можливі помилки виявлення залежить в основному від енергетичного спектру шумів і завад в каналі зв'язку та ширини  $\Delta f$  смуги пропускання фільтра, яка визначає можливу кількість достовірно ідентифікованих об'єктів СК [6]. Слід відзначити, що сумарний рівень завад в каналі залежить від кількості тональних частот, генерованих одночасно, а також від характеристик пристроїв генерування і виявлення:

1. Стабільності і точності частоти генерації тональних сигналів;
2. Частотно-смугових властивостей фільтрів, їх добротності і нестабільності характеристик;
3. Точності і стабільності пристроїв порівняння рівня усередненого квадрату відфільтрованого сигналу з встановленим порогом.

Основним показником ефективності ідентифікації є кількість об'єктів  $n_1$ , які можуть бути виявлені з заданою достовірністю. При смузі пропускання  $\Delta f = 34$  Гц в діапазоні частот 1000-2300 Гц однозначно можна ідентифікувати  $n_1 = (f_2 - f_1) / \Delta f = 1300 / 34 = 38$  об'єктів з достовірністю, яка на практиці задовольняє експлуатацію СК енергоспоживанням.

У процесі розвитку енергосистеми, при зростанні кількості об'єктів, виникають задачі аналізу і синтезу пристроїв ідентифікації великої кількості об'єктів. Прогнози зростання кількості енергоспоживачів СК показують, що сучасні технічні пристрої повинні забезпечувати ідентифікацію об'єктів в регіональній мережі в кількості від кількох сотень (Україна) до тисячі (США, Канада, Великобританія та інші).

Збільшення кількості радіоканалів відповідно збільшенню об'єктів СК є не прийнятним через зростання собівартості, ускладнення електромагнітної сумісності та обмеження частотного ресурсу радіоканалів. Перспективним є збільшення кількості тональних частот  $m$  в тому ж діапазоні частоти, а також застосування багато частотного сигналу, який використовує послідовну комбінацію кількох частот для кодування одного об'єкту СК. При використанні комбінації з  $k$  частот кількість об'єктів зростає до

$$n_1 = C_m^k = \frac{1}{k!} \left[ \frac{m!}{(m-k)!} \right]$$

Метою даної статті є розробка методу оцінки граничної кількості ідентифікованих об'єктів СК за тональним сигналом в обмеженому діапазоні частоти та його дослідження.

## 2. ПРИНЦИП РОБОТИ ПІДСИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Задача ідентифікації значної кількості об'єктів СК з радіоканалом в якості середовища зв'язку при фіксованому числі тональних частот може бути розв'язана пристроями побудованими за функціональною схемою рис. 1 (а, б).

Як показано на рис. 1а, передавач об'єкта СК містить два генератори частот  $f_1$ ,  $f_2$ , які підключаються по черзі на 250 мс до радіопередавача. На рис. 1 б представлено приймач радіоканалу об'єкта, який містить два фільтри, налаштовані на ці частоти. Кількість об'єктів СК, які можна ідентифікувати, залежить від здатності фільтрів виділяти дві близькі частоти, яка визначається смугою пропускання фільтра  $\Delta f$  на рівні мінус 3 дБ відносно середньої частоти резонансу  $f_r$ , тобто добротністю фільтра

$$Q = f_r / 2\Delta f \quad (1)$$

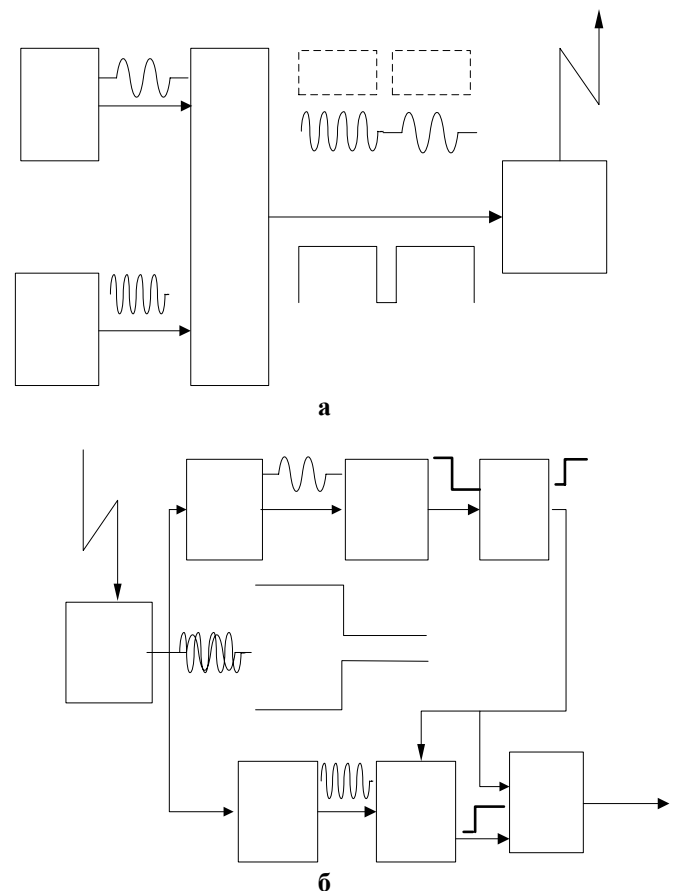


Рис. 1 – Функціональна схема ідентифікації об'єктів енергоспоживання за тональним сигналом при використанні радіоканалу в СК.

Сигнал після виділення фільтром першої частоти  $f_1$ , накопчується протягом обмеженого інтервалу (250 мс). Коли накопичене значення сигналу перевищує вибраний поріг, це фіксується пороговим пристроєм, який перекидає тригер Трг. Трг в свою чергу дозволяє виявлення частоти  $f_2$  іншим пороговим пристроєм. Сигнал частоти  $f_2$ , виділений фільтром, також накопчується і перевищення

вибраного порогу його значенням ідентифікує об'єкт СК.

### 3. ПРОБЛЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИ ЗБІЛЬШЕННІ ОБ'ЄКТІВ СК

При проектуванні такої СК необхідно встановити, яку кількість частот можна достовірно виявляти в обмеженому діапазоні, тобто виникає потреба формального обґрунтування теоретично досяжної кількості тональних частот, які можна ідентифікувати, а також оцінки їх достовірності (як імовірності помилки виявлення), в залежності від характеристик стабільності та точності генератора тональних сигналів та ширини смуги пропускання фільтрів. Ці характеристики необхідні для синтезу пристроїв ідентифікації, тому що при зростанні кількості  $m$  тональних сигналів відповідно до зростання об'єктів в енергомережі, під час передачі сусідніх частот зростають завади в каналі, причому рівень завад залежить від різниці частот, яка є випадковою величиною. Необхідно також щоби усі фільтри були мінімально-фазовими, тому, що тільки для такого випадку процедура синтезу гарантує їх стійкість за умови, що встановлені обмеження задовольняється [7].

Розглянемо процедури синтезу пристроїв для побудови набору фільтрів із однаковою смугою пропускання і амплітудно – частотною характеристикою в заданому діапазоні частоти 1000-2300 Гц. Середні значення частоти фільтрів повинні належати шкалі, що має рівномірний крок. Ефективність фільтрації визначається добутком  $n \times \Delta f$  і є постійною величиною в обмеженому діапазоні частот.

### 4. МЕТОД ОЦІНКИ КІЛЬКОСТІ ІДЕНТИФІКОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗА ТОНАЛЬНИМ СИГНАЛОМ

При обмеженнях на апаратні затрати і собівартість, мета синтезу – знайти компромісне рішення щодо вибору числа  $n$  фільтрів та значення їх добротності  $Q$ . При простому збільшенні кількості фільтрів без звуження смуги пропускання, частотні характеристики окремих смугових фільтрів перекривається на лінії „в” (див. рис. 2), яка знаходиться вище рівня 3 дБ (лінія „б”).

Це приводить до різкого зменшення достовірності ідентифікації об'єкта. Тому при збільшенні кількості фільтрів потрібно відповідно зменшувати ширину смуги

пропускання фільтра, тобто збільшувати добротність  $Q$ .

Для знаходження прийнятних співвідношень кількості фільтрів та їх смуги пропускання, пропонується визначити потенційні характеристики пристроїв ідентифікації об'єктів СК щодо їх можливої кількості, з врахуванням рівня шумів  $N$ , часу  $T$ , що відводиться на ідентифікацію, які мають вплив на потенційну вірогідність помилки ідентифікації  $p_{nk}$ .

Кожен з показників якості ідентифікації, не є одновимірними, тому що для знаходження потенційного значення важливого показника помилки ідентифікації ( $p_{nkmin}$ ) доводиться перелічені показники  $m$ ,  $N$ ,  $T$  переводити в розряд обмежень типу рівностей (або нерівностей), щоб враховувати їх також.

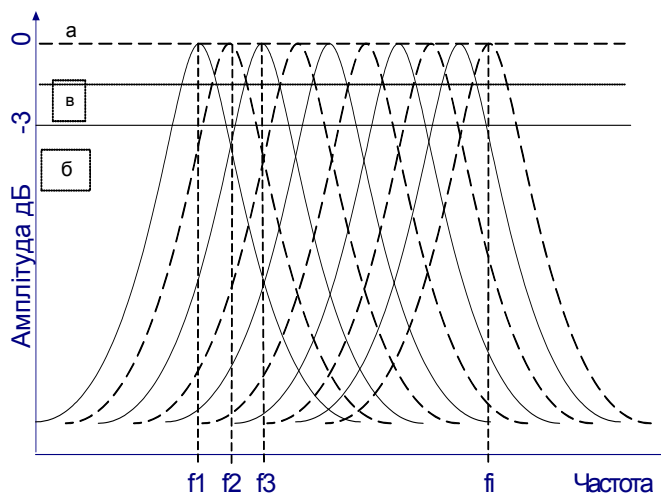


Рис.2 – Амплітудно частотні характеристики при збільшенні кількості фільтрів із смугою 34 Гц (характеристики додаткових фільтрів показано пунктиром).

### 5. АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВИЯВЛЕННЯ ТОНАЛЬНОГО СИГНАЛУ З ВРАХУВАННЯМ ВІДНОШЕННЯ СИГНАЛ / ШУМ

Для дослідження сподіваної, за встановленими критеріями, якості виявлення, визначимо джерела помилок ідентифікації у залежності від показників стабільності  $\delta_{ik}$  генерування частоти генератора  $f_k$ , резонансної частоти фільтра  $f_i$ , його добротності  $Q_i$ , (яка визначає кількість об'єктів СК) і тривалості процесу ідентифікації  $T_g$ . На достовірність ідентифікації впливає енергетичний спектр шумів  $N_k$ , який, визначає рівень регулярної складової завад [9]:

$$N_k = f_i T_e / 2Q_i (1 - \delta_{ik} T_e^2). \quad (2)$$

Мінімально можливе (потенційне) значення середнього квадрата помилки виявлення  $\delta_{\min}^2$  тонального сигналу протягом часу  $T$  при значенні  $N_k$ , яку обчислюють в каналі зв'язку за формулою (2), можна визначити із співвідношення, яке одержав В.А. Котельников:

$$\delta_{\min}^2 = DN_k / 2T_e. \quad (3)$$

де  $D=f_{\max}-f_{\min}$  – заданий динамічний діапазон.

Для знаходження потенціального значення кількості тональних частот  $m$  реального радіоканалу із врахуванням відношення рівня  $P_c$  сигналу до шуму можна застосувати теорему Шеннона для найбільш можливого значення пропускну здатності каналу зв'язку [10]:

$$\log_2 m / T = \Delta f \log_2 K^2 (1 + P_c / N_k), \quad (4)$$

де  $\log_2 m / T$  — пропускну здатність підсистеми ідентифікації, яка може протягом часу  $T$ , здійснювати прийом однієї з  $m$  тональних частот з рівними енергіями на фоні адитивного незалежного нормального білого шуму; (по всіх можливих законах розподілу вірогідності появи сигналу);  $K$ - коефіцієнт якості виявлення, при рівно імовірних сигналах  $K=1$ , що має місце для тональних сигналів.

Застосування смугових фільтрів для виявлення тональної частоти зменшує рівень потужності завади пропорційно смузі пропускання фільтра  $P_u = N_k \Delta f$  [8], що звичайно підвищує роздільну здатність тональних сигналів ідентифікації і відповідно збільшує потенційну кількість виявлення об'єктів СК відповідно до

$$\log_2 m / T = \Delta f \log_2 K^2 (1 + P_c / N_k \Delta f). \quad (5)$$

На рис. 3 наведено результати розрахунку можливої кількості смугових фільтрів у заданому діапазоні частоти в залежності від їх добротності при найгіршому співвідношенні сигналу і шуму.

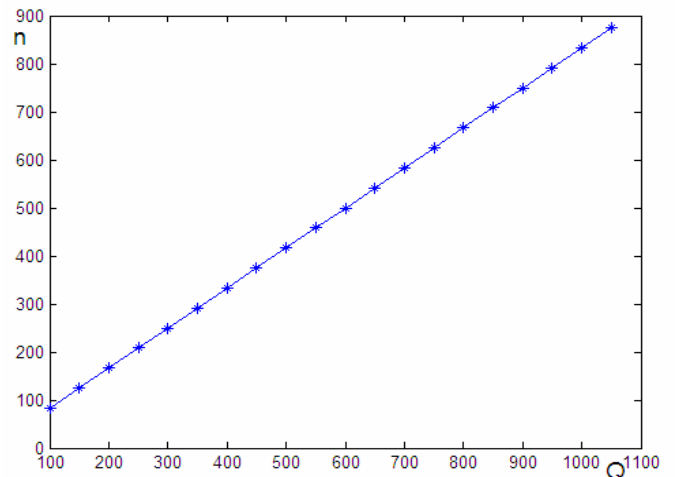


Рис. 3 – Залежність кількості фільтрів  $n$  від добротності  $Q$  (смузи пропускання) у заданому і обмеженому діапазоні частоти.

Як видно з рисунку 5 для ідентифікації великої кількості, наприклад, 500 об'єктів, потрібна висока добротність фільтрів ( $Q=600$ ).

На рис. 4 наведено результати розрахунку кількості фільтрів у залежності від відношення сигнал – шум при значеннях ширини смузи 34 та 3 Гц, які відповідають добротності 100 і 500.

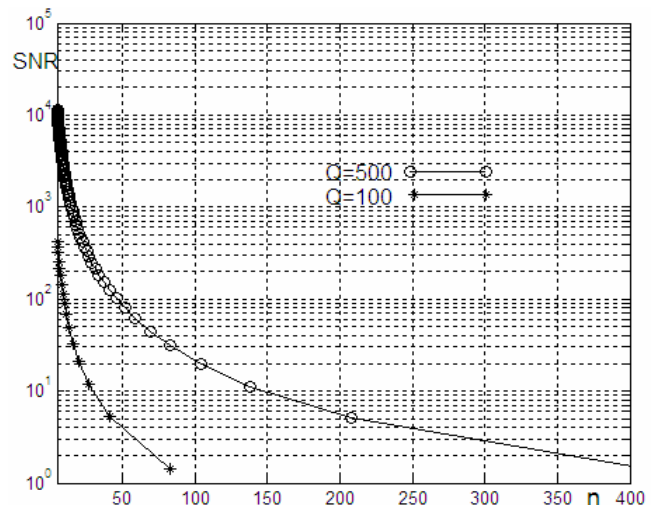


Рис. 4 – Залежність кількості фільтрів  $n$  від відношення сигнал – шум (SNR) і добротності.

## 6. ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ЩОДО СИНТЕЗУ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ СК

Побудова точних високо стабільних генераторів сітки частот та набору вузькосмугових фільтрів в діапазоні НЧ можлива лише засобами цифрової обробки сигналів (ЦОС). [11]. ЦОС має ряд унікальних переваг, які особливо значні при обробці сигналів низької частоти. Процедура синтезу

пристроїв полягає у виборі структури та розрахунку елементів, які визначають характеристики стабільності і точності частоти генератора та ширину смуги пропускання фільтрів. Цифрові пристрої для реалізації генератора сітки частот і набору смугових фільтрів для ідентифікації об'єктів за тональним сигналом у смузі частоти повинні бути уніфіковані і базуватись на наступних положеннях:

- однорідній структурі обчислювального пристрою;
- простому циклічному алгоритмі реалізації генератора частот і набору фільтрів,
- можливості зміни параметрів шляхом програмування.

Основна відмінність в практиці різних підходів щодо побудови цифрових пристроїв пов'язана з використанням різних формальних представлень ЦФ з однаковими функціями передачі. При цьому оптимальним є знаходження мінімальної реалізації (побудова структури з мінімальним числом затримок і множень), необхідних для відтворення цифрових фільтрів (ЦФ) із заданою імпульсною або власною характеристикою. Метод синтезу ЦФ з мінімальним числом елементів має вирішальне значення щодо рішення задачі практичного застосування ЦОС для ідентифікації великої кількості об'єктів СК.

Для створення уніфікованих цифрових пристроїв генерування та фільтрації і виявлення тональних частот, якими можна кодувати велику кількість об'єктів СК потрібен набір вузько смугових фільтрів. Проте при зменшенні смуги зростає порядок фільтрів, а стійкість фільтра високого порядку відповідно зменшується, тому їх реалізують ланками низького порядку, як правило 2-го. Тому, в якості типової схеми уніфікованої до структури генератора і фільтра запропоновано [6,7,11] оптимальну за кількістю множень ланку 2-го порядку, яку називають цифровим резонатором. Така структура спрощує апаратуру і може забезпечувати:

1. генерування сітки тональних частот, з точністю частоти не гірше 0,1 Гц. і стабільністю не менше  $10^{-6}$ .
2. вузько смугову фільтрацію ( $\Delta f = 3$  Гц.) тональних частот, шляхом каскадної схеми використання ланок, для реалізації фільтрів високого порядку і послідовної зміни частоти настроювання фільтрів.

З метою перевірки запропонованого методу оцінки достовірної ідентифікації об'єктів СК енергоспоживанням досліджено залежність імовірності виявлення від співвідношення сигнал

– шум, для різних значень помилки виявлення  $P_f$ . На рис. 5 показано результати досліджень залежності імовірності  $P_d$  виявлення об'єктів СК від співвідношення сигнал - шум з врахуванням особливостей цифрової обробки неперервних тональних сигналів: впливу дискретизації та квантування [12] на  $P_d$  для вибраних трьох значень  $P_f$ .

Достовірність ідентифікації визначається відношенням потужностей сигналу та завади після смугової фільтрації за результатом інтегрування квадратів їх значень. Результати досліджень достовірності ідентифікації об'єктів СК енергоспоживанням при ширині смуги фільтра 34 Гц, у залежності від кількості тональних частот, на діючих СК, та результати експериментальних досліджень достовірності ідентифікації об'єктів СК при ширині смуги фільтра 3 Гц, у залежності від кількості тональних частот подано в табл. 1.

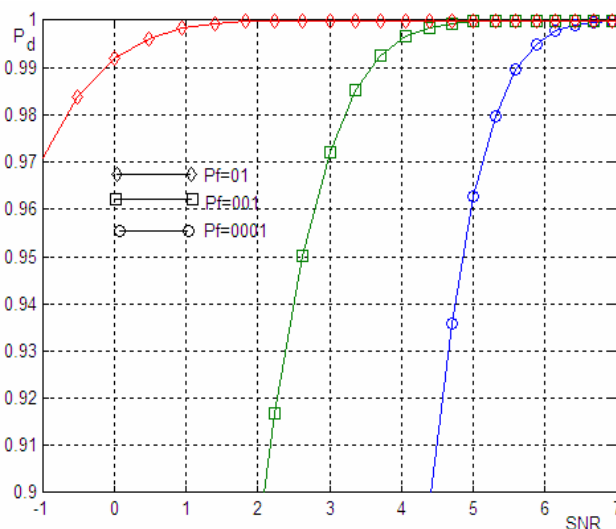


Рис. 5 – Залежність імовірності виявлення  $P_d$  від співвідношення сигнал – шум (SNR).

Порівняння показників якості реальних підсистем ідентифікації об'єктів СК за їх потенціальними значеннями, дозволяє встановити принципові можливості подальшого поліпшення цих показників при тих самих початкових даних, оцінити їх кількісні значення і основні шляхи наближення показників якості реальних систем до їх потенціальних значень.

Результати експериментальних досліджень ілюструють ефективність застосування розробленого методу встановлення вимог щодо побудови засобів ЦОС для досягнення мети даної роботи: підвищення стабільності функціонування пристроїв генерування



тональних сигналів та достовірності їх виявлення шляхом смугової фільтрації при ідентифікації великої кількості об'єктів СК енергоспоживання.

безпеки функціонування, а також представляють собою економічну цінність.

**Таблиця 1. Показники ідентифікації об'єктів СК за тональним сигналом.**

Смуга пропускання фільтрів	Кількість тональних частот - n	Кількість генераторів і фільтрів	Кількість об'єктів СК	Достовірність ідентифікації	Тривалість ідентифікації (мілісек.)
34	1	38	38	0,97	250
	2	72	700	0,99	500
3	1	430	430	0,92	250
	2	860	123000	0,95	500

## 7. ВИСНОВКИ

На основі дослідження фактору впливу вірогідності ідентифікації об'єктів СК енергоспоживанням з радіоканалом на характеристики генератора та фільтра тональних сигналів встановлено граничну кількість об'єктів СК за рахунок деталізації взаємозв'язку стабільності генерування та звуження смуги пропускання фільтрів, при вибраних імовірностях їх помилки з врахуванням завод і функціонування цифрових пристроїв у спеціальних умовах роботи.

Показано, що значення кількості об'єктів, вираженого через показники якості засобів ідентифікації, за критерію мінімум вірогідності помилки ідентифікації, параметри цифрових пристроїв, можуть розглядатися як стандартні потенційні показники достовірності виявлення, бо чим менший кожний з них при фіксованих значеннях решти показників, тим більше об'єктів СК можна ідентифікувати із заданою помилкою.

Застосування цього методу оцінювання потенційних характеристик підсистеми ідентифікації істотно полегшує і прискорює процес знаходження варіанту побудови цифрових пристроїв тому, що усуває невизначеність початкового етапу проектування підсистеми ідентифікації. Такий підхід на основі застосування безумовного критерію має переваги, пов'язані з неможливістю точного формулювання початкових даних і вибору критерію її оптимальності через відсутність відповідної апріорної інформації

Застосування ЦОС як засобів підвищення кількості достовірної ідентифікації, в СК транспортуванням різних видів енергоносіїв на великих територіях, має вирішальне значення при використанні радіоканалів для передачі даних. Дані в таких СК про поточний стан технологічних параметрів, та сигнали керування зокрема ідентифікація їх об'єктів є чинником

## 8. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Робинсон Дж. Т. Линии и сети связи энергосистем // ТИИЭР. – Т. 75, № 12, декабрь 1987. – С.141-152.
2. Патент Республики Казахстан № 16344, Домбровский З.И. и др. Система программного управления удаленными объектами. 1996 год.
3. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. М: Энергия, 1973 в 2х кн. Под общ ред. А.А. Федорова и Г.В. Сербиновского, кн. 2. Технические сведения об оборудовании.- 528с.
4. Рютман Ж. Характеристики нестабильности фазы и частоты сигналов высокостабильных генераторов: Итоги развития за пятнадцать лет. // ТИИЭР. – 1978. – Т. 66, № 9. – С. 70-101.
5. V. Lakshminaraynan. DTMF filter detects tones in exchanges, – ED, 1989, No. 4. – pp. 90-92.
6. Домбровский З.И. Методи та засоби підвищення достовірності ідентифікації об'єктів у розподілених СК // Вісник Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. – 2006. – Т. 11, № 2. – С. 109-116.
7. Яворский Б.И., Домбровский З.И. Расчет цифровых полосовых фильтров типа Чебышева // Радиотехника. – 1981. - Т. 36, № 10. – С. 79-81.
8. Филипский Ю.К. Случайные процессы в радиотехнических цепях. – К.: Вид. Вища школа, 1978. – 110 с.
9. Сиберт У.М. Цепи сигналы системы. Пер с англ. Пастрона и Шпирта Л.А. под редакцией Рыжака И.С. – М: Мир, 1988. – часть 1, – 333 с.
10. Омельченко В.О., Санніков В. Г. Теорія електричного зв'язку. Ч.3: Підручник – К.: ІЗМН, 1997, – 640 с.

11. Домбровский З.И., Погрибной В.А., Тимченко А.В., Яворский Б.И.. DM – signals filtration by comb filters // Конференция “Проблемы передачи и обработки сигналов”. – Рига, 1991. – С. 16-18.
  12. Яворский Б.И., Домбровский З.И. Определение дисперсии шумов на выходе цифрового рекурсивного резонатора. // Метрология: Ежемесячное приложение к журн. “Измерительная техника”. – И.: Изд-во Стандарт, 1984. – № 4. – С. 52-57.
- 



**Домбровський Збішек Іванович** – старший викладач кафедри менеджменту ТНЕУ.

У 1969 році отримав диплом інженера з радіотехніки закінчивши Київський політехнічний інститут.

З 1972 року по 1996 працював с.н.с. науково-дослідного сектору ТНЕУ, з 1996 року старший викладач кафедри менеджменту. Наукові інтереси: інформаційні системи управління та спеціалізовані цифрові пристрої реального часу – їх створення для застосування у спеціальних умовах роботи.

## AN ESTIMATION OF QUANTITY OF THE IDENTIFIED OBJECTS OF THE CONTROL SYSTEM IS A TONE-FREQUENCY SIGNAL

Zbishek Dombrovskiy

Ternopil National Economic University  
Senior teacher  
46011, Ternopil'

**Abstract:** *Application of tone signals from limited range low frequencies (LF) band is an effective mean for energy consumption systems (CS) objects identification under their control above radio channels networks. With purpose for determination of requirements to characteristics of digital tone signals processing a method of evaluation of maximum quantity of confidence-identified of CS objects in the network with a radio channel is offered. On the foundation of had been determined requirements for the construction of digital devices of generation and filtration of tone signals is compatible with authentication of CS objects the appropriate structure is offered and its confidence is explored. Graphics of dependences of probability identification of the objects vs. signal to noise ratio at the different fault probability are presented and results of their comparing analyses are given.*

**Keywords:** *identification of objects of the control system, network with a radio channel, tone-frequency signals, devices for a generation and filtration of tone-frequency signals.*

The use of the computing control systems (CS) with a radio channel for an operative management of the objects of the distributed systems, for example, of transporting of power mediums on large territories is actual. However much application of radio channels in CS complicates possibility of reliable identification of objects, set i.e. determination of necessary CS object because a radio channel is the collective mean of information exchange.

In the known CS of energy consumption for reliable identification every object (1,2...n) is encoded by the tone frequency signal of the fixed frequency in the set band range, which is generated during a certain interval of exposures. The exposures of signal carry out band pass filter, which will be realized by electro mechanics filters (EMF).

For a criterion of exposure is exceeding of the beforehand chosen threshold middling applied by the quadratic value of the filtered signal. Possible errors of exposure are depends on the power spectrum of noises and hindrances in a communication and width of bar of admission of filters channel, which determines the possible amount of the clearly identified CS objects.

The basic index of efficiency of identification is an amount of objects, which can be found with the set identification. During the process of development of grids, at the growth of amount of its objects, the tasks of analysis and synthesis of devices of identification of plenty of objects arise. The application of multi frequency signal which uses

successive combination of a few frequencies for the code of CS one object is perspective.

The purpose of this article is the development of methods of maximum amount of reliable identification of CS objects estimation by the tone frequency signal in the limited range of frequency and its research.

Subsystem of identification of considerable of CS objects with a radio channel consists devices of transmission and reception. A transmitter contains two generators of frequencies, which are connected in turn at 250 mc to the radio transmitter. The receiver of radio channel contains two filters, adjusted at these frequencies. The signal after the selection of the first frequency by a filter is accumulated during the limited interval (250 ms). When the accumulated value exceeds the chosen threshold it is fixed by a threshold device, which kicks about flip-flop of Trig. Trig in its turn, allows the exposure of the second frequency and identification of necessary CS object.

For designing of such CS it is necessary to set, what amount of frequencies it is possible to generate clearly and for certain discover in the limited range, that a necessity of formal ground is in theory accessible amount of tone-frequencies which can be identified, and also estimation of authenticity of such identification. During the growth of amount of tone-frequency signals in accordance with growth of objects in networks, during the transmission of nearby frequencies hindrances grow in a channel.



For finding acceptable correlations of the amount of filters and their bar of admission, it is suggested to determine the possible errors of identification of the regular constituent hindrances, which depends straight proportionally of filters resonance frequency and duration of process of identification, and inversely proportional in good of quality of filters and stabilities generation of frequency of generator.

For finding out potential value of amount of tone frequencies of the real radio channel with the account of noise of the regular constituent of hindrances, the theorem of Shannon is used. Results of calculation of plenty (500) of band pass filter are in the set range of frequency at the worst correlation of signal and noise, which are given in the graph; show the necessity of application of narrow band pass filter.

Construction of highly stable generators and narrow pass band filter in the range of LF possible by facilities of digital signal processing.

For realization of generator of net of frequencies and set of band pass filter for identification of objects with a tone frequency signal, digital devices must be compatible. Thus finding of structure with

the minimum number of delays and increases, necessary for the recreation of digital filter with the set of impulsive description is optimal.

A typical chart of compatible to the structure of generator and filters the optimum in the amount of increases link of 2th order, which is called a digital resonator, is offered.

The results of researches of dependence the probability of CS objects exposure from the correlation of a signal - noise taking into account the digital continuous tone frequency signal processing: influenced of digitization and quantum on authenticity of exposure for three values of error of exposure is given in the graph.

Knowledge of potential descriptions of subsystem of identification substantially facilitates and accelerates the process of finding of a variant of construction of digital devices and removes the vagueness of the initial stage of planning of the system related to impossibility of exact formulation of initial data and choice of criterion of its optimum because of the lack of apriority proper information.