

ВИБІР РОБОЧИХ ЕТАЛОНІВ ПРИ МЕТРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ТРИВАЛОСТІ ТЕЛЕФОННИХ РОЗМОВ

Ю.Р. Каліцінський, начальник відділу Державного підприємства "Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних та управляючих систем", м. Львів



Розглянуто схему експериментальних досліджень автоматизованих вимірювальних інформаційних систем обліку тривалості телефонних розмов. Наведено результати порівняння калібраторів інтервалів часу різних типів, застосування частини яких призводить до внесення суттєвої методичної похибки передавання розміру одиниці. Запропоновано підхід до вибору робочих еталонів при проведенні метрологічних досліджень зазначених систем.

In the article the scheme of experimental researches of automated measuring information systems for accounting of telephone conversations duration has been considered. Also the results of the comparison of time intervals calibrators of different types, which application causes the contribution of significant methodical error to transmission of the unit size are shown. An approach for choosing working standards at carrying out metrological researches of the above mentioned systems has been suggested.

Постановка задачі. Наразі для проведення метрологічної атестації чи повірки автоматизова-

них вимірювальних інформаційних систем обліку тривалості телефонних розмов (АПОР) як робочі еталони застосовують різноманітні калібратори інтервалів часу різних типів та виробників. Основні типи більшості калібраторів інтервалів часу, що застосовуються у метрологічній практиці територіальними органами Мінекономрозвитку України, та їх технічні характеристики наведено у табл. 1.

Вирішення поставленої задачі. Вибір робочих еталонів для проведення метрологічних досліджень здійснюють на основі їх функціональних можливостей, до числа яких можна віднести такі:

- 1) область застосування;
- 2) умови застосування;
- 3) метрологічні характеристики;
- 4) метод передавання розміру одиниці.

1. Область застосування. До калібраторів інтервалів часу, що застосовуються у галузі зв'язку, висуваються спеціальні вимоги:

- функція засобу зв'язку – телефонного апарата: калібратори інтервалів часу повинні забезпечувати набір номера з необхідною кількістю цифр в імпульсному та тоновому режимах, сприймати та створювати сигнали взаємодії з АТС, наприклад, відповідь станції, посилка виклику, контроль посилки виклику, зайнято та інші;

Таблиця 1

Основні характеристики калібраторів інтервалів часу різних виробників

Тип калібратора інтервалів часу	КИВ-3	КИВ	ПКС	КИВ-ІВ	Призма-8
Виробник	Укрметртест-стандарт	НВП "ИТЭК"	ПП "Микро-луч"	ІВП "Інно-Вінн"	ЛОНИИС (Росія)
Вид набору номера	Імпульсний чи тоновий	Імпульсний	Імпульсний чи тоновий	Імпульсний чи тоновий	Імпульсний
Діапазон вимірювань, с	Від 0,1 до 10 ⁵	Від 1 до 10 ⁴	Від 1 до 10 ⁴	Від 5 до 65535	Від 0 до 3600
Ціна одиниці найменшого розряду, с	0,1	1	0,1	0,1	1
Границя допустимої похибки, с	±0,1	±1,5·10 ⁻⁵ T	±1,5·10 ⁻⁵ T	±10 ⁻⁴	±0,3

- функція автоматизації встановлення телефонного з'єднання необхідної тривалості заданої кількості разів, що визначена програмою експериментальних досліджень.

Перші версії калібраторів були спроможні забезпечувати набір номера тільки в імпульсному режимі, сучасні калібратори дозволяють набирати номер і в тоновому режимі, а для їх застосування при наданні послуги “передплачена картка”, що її надають деякі оператори телекомунікацій, спроможні підтримувати набір номера зі значною кількістю цифр, паузами заданої тривалості для голосових повідомлень послуги, сприймати та розпізнавати сигнали взаємодії з АТС. Взаємодію калібраторів інтервалів часу сумісно з аналоговими телефонними адаптерами при наданні послуг IP-телефонії та проблеми інформаційної сумісності, що виникають при цьому, частково розглянуто в роботі [1]. Лише ті адаптери, що дозволяють змінювати параметри основних сигналів, які надходять від АТС чи абонентського пристрою, можливо застосувати для проведення експериментальних досліджень АПОР у випадку IP-з'єднання.

2. Умови застосування. Передавання розміру одиниці, що здійснюється при повірці чи метрологічній атестації систем АПОР, необхідно проводити в робочих умовах експлуатації системи АПОР, що висуває підвищені експлуатаційні вимоги щодо стійкості калібраторів до впливу кліматичних, а часом і механічних факторів впливу.

Сучасні калібратори призначені для експлуатації в закритих приміщеннях у таких кліматичних умовах:

Температура навколишнього середовища, °С	10...35
Середньорічна відносна вологість повітря за температури 20 °С, %	до 60
Атмосферний тиск, мм рт. ст.	720...780

Вид кліматичного виконання УХЛ 4.2 – у відповідності до ГОСТ 15150.

3. Метрологічні характеристики. До їх числа доцільно віднести діапазон відтворення інтервалу часу, ціну одиниці найменшого розряду та границю допустимої похибки. Діапазон відтворення інтервалу часу повинен дещо перевищувати діапазон вимірювання інтервалу часу телефонних розмов, тривалість яких фіксується системою АПОР. Враховуючи, що результати вимірювань тривалості телефонних розмов фіксуються системою АПОР із дискретністю 1 с, ціну одиниці найменшого розряду калібраторів інтервалів часу доцільно вибирати 0,1 чи 0,2 с для врахування похибки квантування системи АПОР.

При виборі робочих еталонів у метрологічній практиці користуються співвідношенням похибок (або класів точності) робочого еталона та засобу вимірювань, що повіряється, не гірше як 1:3. Більш коректно вибір робочих еталонів здійснюється в [2] на основі критеріїв достовірності повірки та вибору параметрів методики повірки. Крім цього, слід враховувати вимоги державної повірочної схеми для засобів вимірювань часу і частоти [3], згідно з якою границя допустимої абсолютної похибки калібраторів не повинна перевищувати $\Delta_{н(в)} = \pm 5 \cdot 10^{-2} \text{ с}$, що відповідає вимогам до робочих еталонів 2-го розряду. Пристрої Призма-8 та КИВ-3 не задовольняють вимоги [3], а для калібраторів типів КИВ виробництва НВП “ИТЭК” (м. Чернігів) ціна одиниці найменшого розряду не дозволяє врахувати похибку квантування системи АПОР.

4. Метод передавання розміру одиниці. Для повірки та калібрування робочих засобів вимірювання [3] передбачається застосування методу прямих вимірювань, безпосереднє звірення та звірення за допомогою компаратора. У нашому випадку застосовується метод прямих вимірювань, суть якого полягає у відтворенні з'єднання між абонентами А та Б необхідної каліброваної тривалості та вимірю-

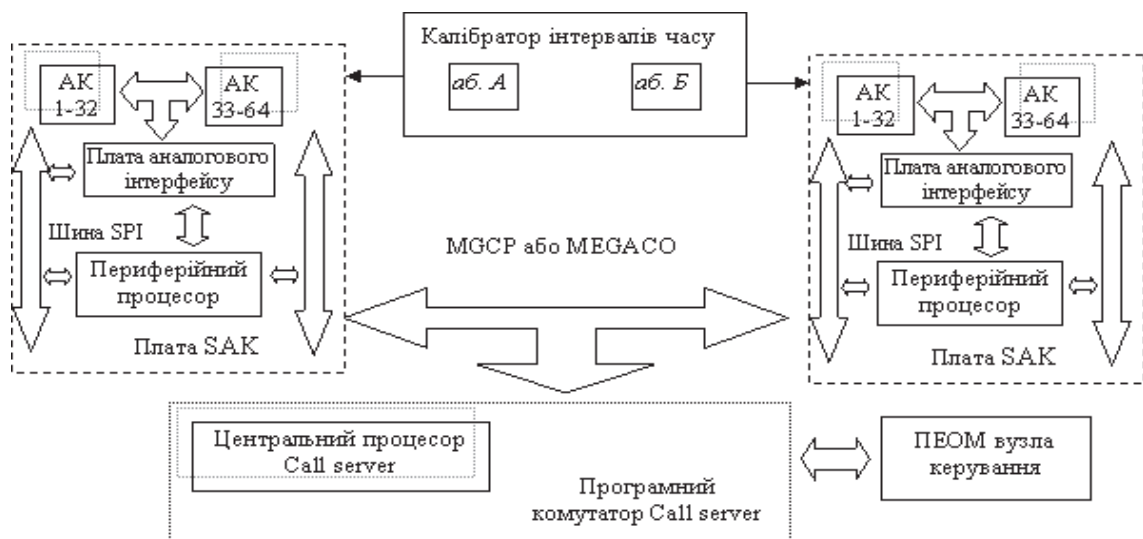


Рис. 1. Структурна схема експериментальних досліджень ВК АПОР ЦСК SI-3000 (А і Б – абоненти однієї станції): АК – абонентський комплект; SAK – абонентська плата; шина SPI – послідовний периферійний інтерфейс

ванні системою АПОР відтвореного значення. При цьому стандарт [3] вимагає, щоб абсолютна похибка передавання розміру одиниці інтервалу часу при застосуванні методу прямих вимірювань була не більшою ніж $\Delta^1 = \pm 1 \cdot 10^{-3}$ с.

Наразі при проведенні метрологічної атестації чи повірки калібратори інтервалів часу, що застосовуються територіальними органами, задовольняють вимоги, зазначені в пунктах 1–3. Проте оцінка похибки методу передавання одиниці інтервалу часу не здійснюється, що призводить до застосування значної частини калібраторів, які вносять суттєву методичну похибку та суперечать вимогам [3]. Ця обставина унеможлиблює їх використання як робочих еталонів часу та частоти при метрологічних дослідженнях зазначених систем.

Для обґрунтованого вибору робочих еталонів розглянемо схему експериментальних досліджень систем АПОР на прикладі ЦСК SI-3000 (рис. 1) та опис процедури встановлення з'єднання між абонентами А і Б однієї АТС та вимірювання тривалості телефонних розмов.

При вихідній розмові абонент А піднімає трубку телефону і займає абонентську лінію. Виклик абонента А фіксується абонентським комплектом АК1 (тут і далі під АК розуміється аналоговий чи цифровий абонентський комплект, тобто POTS або ISDN interface) і передається на периферійний процесор, який підключає схему формування сигналу “відповідь станції”. У деяких випадках периферійний процесор може бути виконаний як сигнальний та керуючий периферійний процесори з розподіленими функціями сигналізації та керування.

Надалі абонент А, маніпулюючи клавіатурою номеронабирача телефонного апарата, набирає номер абонента Б, якого викликає, абонентський комплект АК1 приймає цифри номера і передає їх сигнальною мережею через периферійний процесор до центрального процесора Call Server програмного комутатора, який після прийняття повного номера абонента Б аналізує прийняту інформацію та ви-

значає напрямком виклику і сигнальним ланцюжком через периферійний процесор (плати аналогових абонентів чи процесор IP-телефону) абонента Б посилає команду на перевірку поточного стану АК2. При відповіді, що комплект АК2 вільний, периферійний процесор абонента Б підключає схему формування сигналу “посилка виклику” (ПВ), а для комплекту АК1 його периферійним процесором передається команда на генерування сигналу “контроль посилки виклику” (КПВ).

Після одержання сигналу відповіді (абонент Б підняв трубку) периферійний процесор абонентської плати абонента Б інформацію про цю подію сигнальною мережею передає через центральний процесор до відповідного периферійного процесора абонента А і подання сигналів ПВ і КПВ знімається, а за командою центрального процесора програмного комутатора проключається розмовний тракт між абонентськими комплектами АК (наприклад, аналоговими чи IP-телефонами) через програмний комутатор, IP-мережу, а процесор Call Server фіксує час початку розмови або момент підтвердження проключення фіксується периферійним процесором абонента А та інформаційний пакет даних передається до центрального процесора.

Сигнал “відбій” одного з абонентів фіксується відповідним АК і через периферійний процесор плати аналогових абонентів сигнальною мережею поступає до процесора Call Server програмного комутатора, який фіксує час завершення розмови та видає відповідні сигнали для руйнування розмовного тракту. Після завершення розмови дані про номер абонента А, дату, час початку та тривалість розмови передаються процесором Call Server програмного комутатора до ПЕОМ вузла керування, де запам'ятовуються на жорсткому диску.

Проте окремого вивчення потребує оцінка похибки методу передавання одиниці інтервалу часу калібраторів різних типів. Із цією метою їх умовно поділено на дві групи за фактом початку відліку каліброваної тривалості t_k з'єднання.

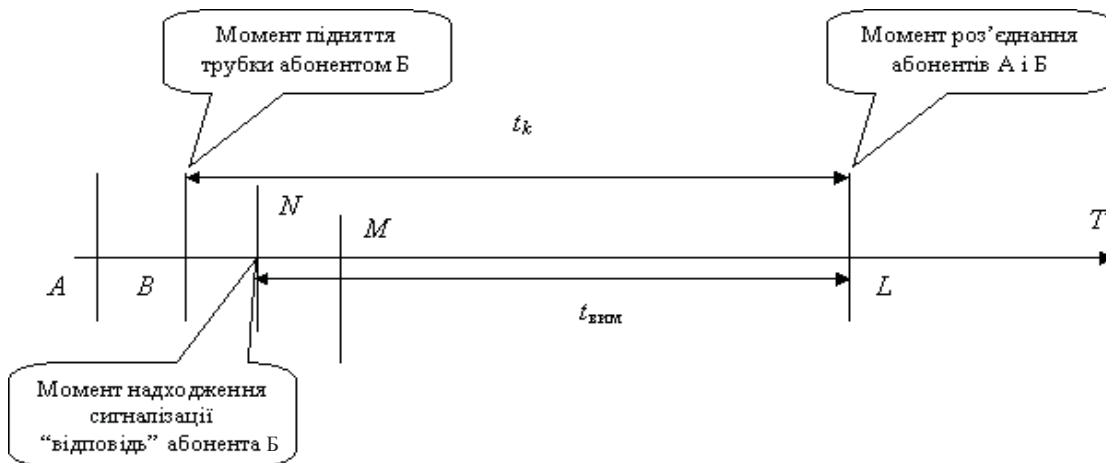


Рис. 2. Функціонування калібраторів першої групи: А – момент підняття трубки абонентом А, набір номера абонента Б; В – момент підняття трубки абонентом Б; N – момент надходження сигналізації “відповідь” абонента Б до периферійного процесора абонента А; L – момент роз’єднання абонентів А і Б

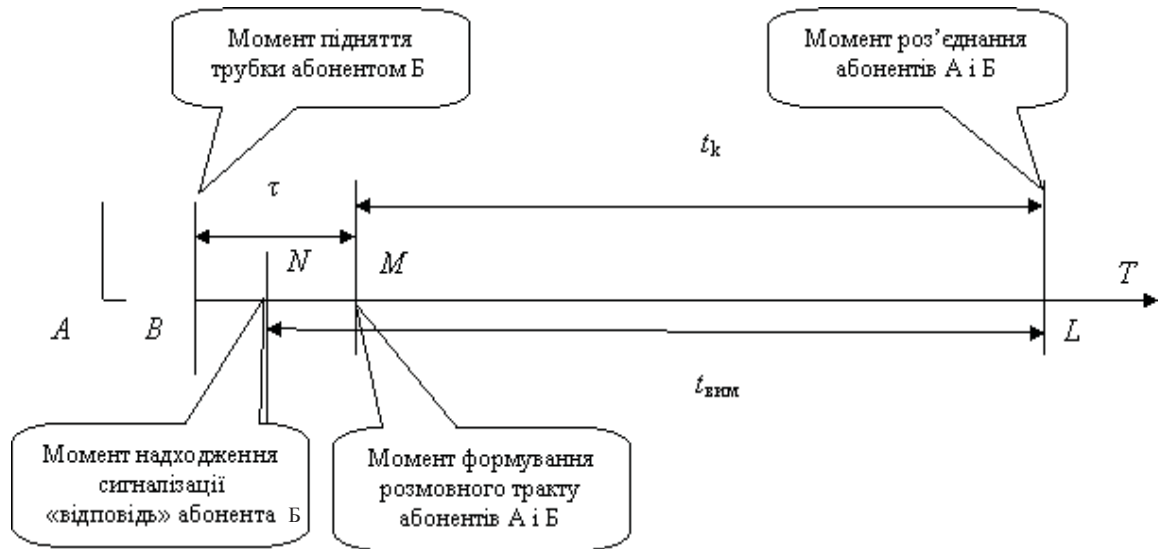


Рис. 3. Функціонування калібраторів другої групи

Аналіз принципу функціонування калібраторів першої групи, до якої віднесено КИВ, ПКС, Призма-8, показує, що початок відліку заданого інтервалу часу починається у момент подання команди замикання шлейфу абонентської лінії Б (B – момент підняття трубки абонентом Б) та завершується у момент розмикання шлейфів абонентських ліній А і Б (момент L на рис. 2).

Детальніше моменти з'єднання, формування каліброваної та вимірної тривалості з'єднання, роз'єднання проілюстровано на рис. 2. З рисунка видно, що вимірне системою АПОР значення $t_{\text{вим}}$ тривалості з'єднання абонентів А і Б буде меншим за відтворене калібратором t_k значення, тобто $t_{\text{вим}} < t_k$.

Для калібраторів другої групи, до якої віднесено тип КИВ-ІВ, за початок розмови приймається момент установа акустичного зв'язку (момент M на рис. 3) між вимірювальними блоками калібратора (абонентами А і Б), що відповідає фактичній можливості користувачів отримувати задану послугу, а часом завершення розмови вважається момент часу розмикання шлейфів абонентських ліній А і Б (момент L на рис. 3). Установа моменту формування акустичного каналу досягається шляхом генерування частотного тонального сигналу, який передає вимірювальний блок Б. Момент надходження тонального сигналу до вимірювального блока А є моментом початку відліку каліброваної тривалості часу з'єднання, а тривалість зворотного проклучення τ визначається як різниця тривало-

стей переданого блоком Б тонального сигналу (номінально 5 с) та прийнятого блоком А. З рисунка видно, що вимірне системою АПОР значення $t_{\text{вим}}$ тривалості з'єднання абонентів А і Б буде більшим за відтворене калібратором t_k значення, тобто $t_{\text{вим}} > t_k$.

Оскільки для калібраторів першої групи початок відліку заданого інтервалу часу не збігається з моментом установа акустичного зв'язку внаслідок зворотного проклучення, то має місце методична похибка, зумовлена неузгодженістю моментів установа акустичного каналу та замикання шлейфу абонентської лінії Б. Значення цієї методичної похибки, зумовленої методом передавання розміру одиниці часу від калібратора до системи АПОР, залежить від тривалості зворотного проклучення акустичного каналу зв'язку (типу, навантаження, технічного стану АТС, швидкодії використовуваного програмного забезпечення АТС та мережі сигналізації) і за отриманими експериментальними даними становить 0,1...0,7 с, а в окремих випадках досягає 2...3 с (для міжстанційних з'єднань), що суттєво перевищує границю допустимої похибки передавання робочим засобам методом прямих вимірювань – 10^{-3} с [3].

Непрямим підтвердженням цього факту є метод порівняльних досліджень типового зразка системи АПОР 5ESS, дослідження якого проводилися двома калібраторами інтервалів часу різних груп. Детально результати описано в [4]. З метою вилучення можливих додаткових джерел похибки дослідження

Таблиця 2
Значення систематичної Δ_s та СКВ $\sigma(\Delta)$ випадкової складових похибки системи АПОР АМТС типу 5ESS м. Львова при вимірюванні калібратором КИВ

$t, \text{с}$	$\Delta_s, \text{с}$	$\sigma(\Delta), \text{с}$	$\Delta_H, \text{с}$	$\Delta_B, \text{с}$
20	-0,1750000	+0,1019546	-0,3876773	+0,0376773
60	-0,2150000	+0,1136708	-0,4521173	+0,0221173
120	-0,1700000	+0,1031095	-0,3850865	+0,0450865

Значення систематичної Δ_s та СКВ $\sigma(\Delta)$ випадкової складових похибки системи АПОР АМТС типу 5ESS м. Львова при вимірюванні калібратором КИВ-ІВ

t, c	Δ_s, c	$\sigma(\Delta), c$	Δ_H, c	Δ_B, c
20	+0,2300000	+0,0470162	+0,1319241	+0,3280759
60	+0,2300000	+0,0571241	+0,1108392	+0,3491608
120	+0,2200000	+0,0523148	+0,1108713	+0,3291287

проводилися в однакових робочих умовах і відповідно під дією однакових кліматичних, механічних та інших впливних факторів із використанням одного й того ж телекомунікаційного обладнання. Результати досліджень зведено у табл. 2 та 3.

Припускаючи, що метрологічні властивості системи АПОР протягом проведення досліджень із використанням обох типів калібраторів залишаються незмінними та метрологічні характеристики обох зразків калібраторів співвимірні та відповідають вимогам щодо робочих еталонів 2-го розряду, математичне сподівання методичної похибки методу передавання розміру одиниці часу калібратором КИВ оцінюється діапазоном значень 0,40...0,45 с, що при значенні границі допустимої абсолютної похибки системи АПОР АМТС типу 5ESS ± 1 с є суттєвою величиною, яка на порядок перевищує границю допустимої похибки робочого еталона. При цьому, значення часу реакції калібатора КИВ-ІВ на тональний сигнал за результатами досліджень виробника не перевищує $\pm 10^{-4}$ с, тобто є величиною несуттєвою.

Висновки

1. Використання калібраторів інтервалів часу першого типу супроводжується значною методичною похибкою при передаванні розміру одиниці інтервалу часу системам АПОР, суперечить вимогам державної повірочної схеми для засобів вимірювань часу і частоти та може призвести до помилкового визнання придатним у дійсності дефектного засобу вимірювань.

2. На основі проведених досліджень рекомендується застосовувати калібратори інтервалів часу, в яких за початок розмови приймається момент установлення акустичного каналу зв'язку між або-

нентами А та Б, тобто має місце узгодження моментів початку відліку тривалості розмови (фактичного надання послуги зв'язку) та відтворення калібратором заданого інтервалу часу.

3. Тривалість зворотного проклучення телефонного з'єднання в межах однієї АТС має менше значення, ніж при міжстанційному, транзитному чи міжміському. Тому оцінка методичної похибки при передаванні розміру одиниці інтервалу часу системам АПОР матиме ще більше значення у випадку міжстанційних (міжміських) з'єднань чи при необхідності оцінювання похибок методик виконання вимірювання тривалості телефонних розмов.

Список літератури

1. Каліцінський Ю.Р. Проблеми метрологічного забезпечення вимірювальних інформаційних систем обліку тривалості телефонних розмов інтернет-телефонії / Ю.Р. Каліцінський // Метрологія та прилади. – 2013. – № 1. – С. 62–66.
2. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Критерии достоверности и параметры методик поверки: МИ 187-86.
3. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань часу і частоти: ДСТУ 3538:2009.
4. Каліцінський Ю.Р. Передавання розміру одиниці часу автоматизованим вимірювальним інформаційним системам обліку тривалості телефонних розмов / Ю.Р. Каліцінський // Метрологія та вимірювальна техніка: III Міжнар. наук.-техн. конф. "Метрологія – 2002", 8–10 жовтня 2002 р., Харків: наук. праці: в 2 т. Т. 2. – Харків: ХДНДІМ, 2002. – С. 186–188.