

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА**

ФАКУЛЬТЕТ ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

**КАФЕДРА ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ**

Предмет
“ОСНОВИ ПОБУДОВИ ВІЙСЬКОВИХ
ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ”

ТЕМА № 5.
ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ
ЧАСТОТИ І ЧАСУ

ЗАНЯТТЯ 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ
ПРО ЦИФРОВІ
ВИМІРЮВАЧІ ЧАСТОТИ

НАВЧАЛЬНА МЕТА:

**1. НАДАТИ ВІДОМОСТІ ПРО
ЦИФРОВІ МЕТОДИ
ВИМІРЮВАНЬ ЧАСТОТИ І
ПЕРІОДУ.**

**2. РОЗГЛЯНУТИ
АВТОМАТИЗАЦІЮ ЧАСТОТНИХ
ВИМІРЮВАНЬ.**

ВИХОВНА МЕТА:

- 1. ВИХОВУВАТИ У СТУДЕНТІВ ДИСЦИПЛІНОВАНІСТЬ І КУЛЬТУРУ ПОВЕДІНКИ.**
- 2. ВИХОВУВАТИ ВПЕВНЕНІСТЬ І ВІНАХІДЛИВІСТЬ ПРИ ВИВЧЕННІ МАТЕРІАЛУ**
- 3. ВИХОВУВАТИ І РОЗВИВАТИ ТВОРЧИЙ ПІДХІД ПРИ ВИВЧЕННІ МАТЕРІАЛУ НА ЗАНЯТТІ І САМОСТІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ.**

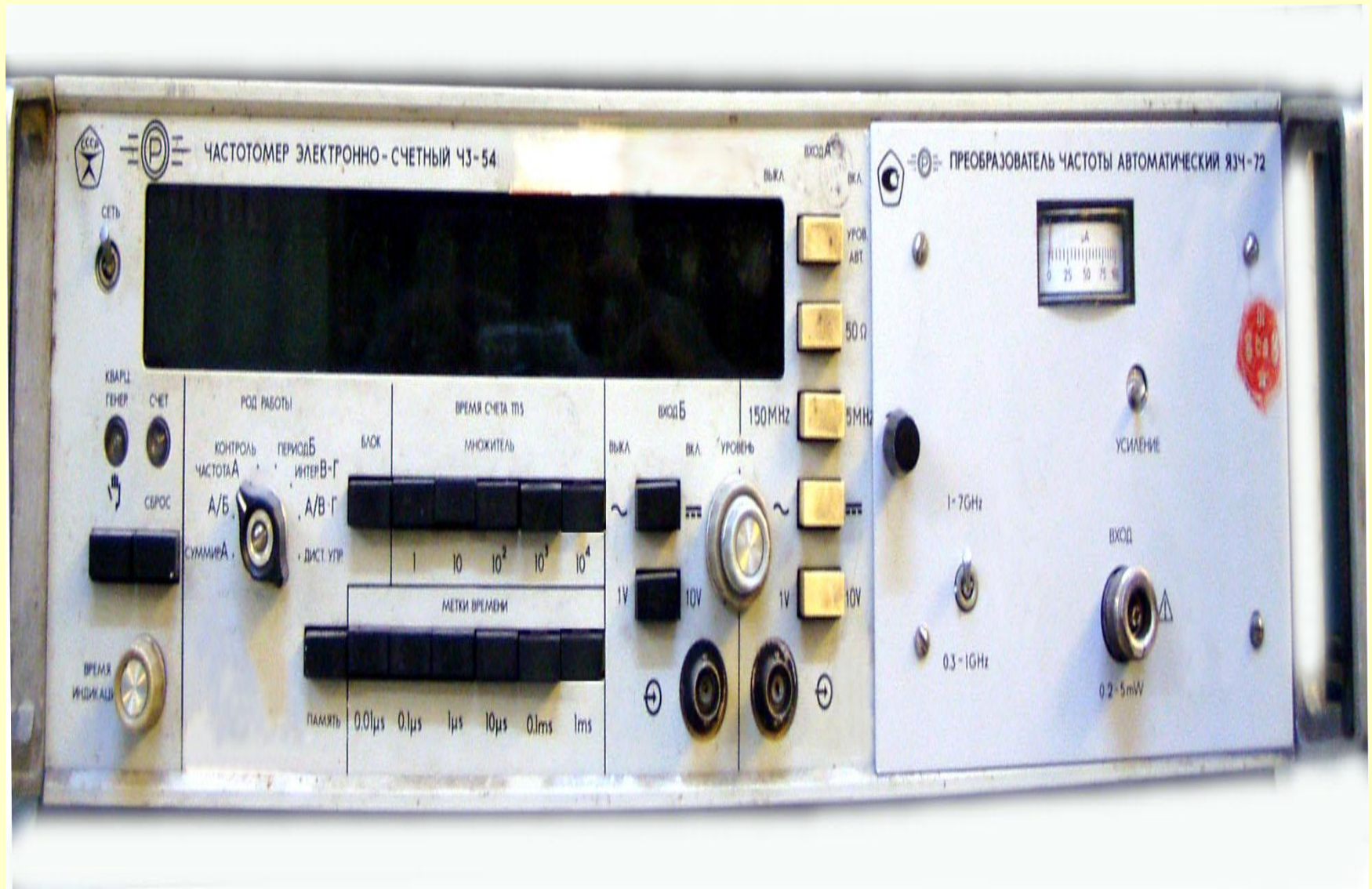
НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1. Цифрові методи вимірювань частоти і періоду.**
- 2. Розширення меж вимірювань частот.**
- 3. Автоматизація частотних вимірювань.**

ПИТАННЯ 1

ЦИФРОВІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ ЧАСТОТИ І ПЕРІОДУ

Питання 1.





Метод дискретного рахунку лежить в основі побудови електронно-лічильних частотомірів (ЕЛЧ), які використовуються для вимірювання частотно-часових параметрів електричних сигналів.

Суть методу дискретного рахунку розглянемо на основі аналізу типової структурної схеми ЕЛЧ.

ΔT

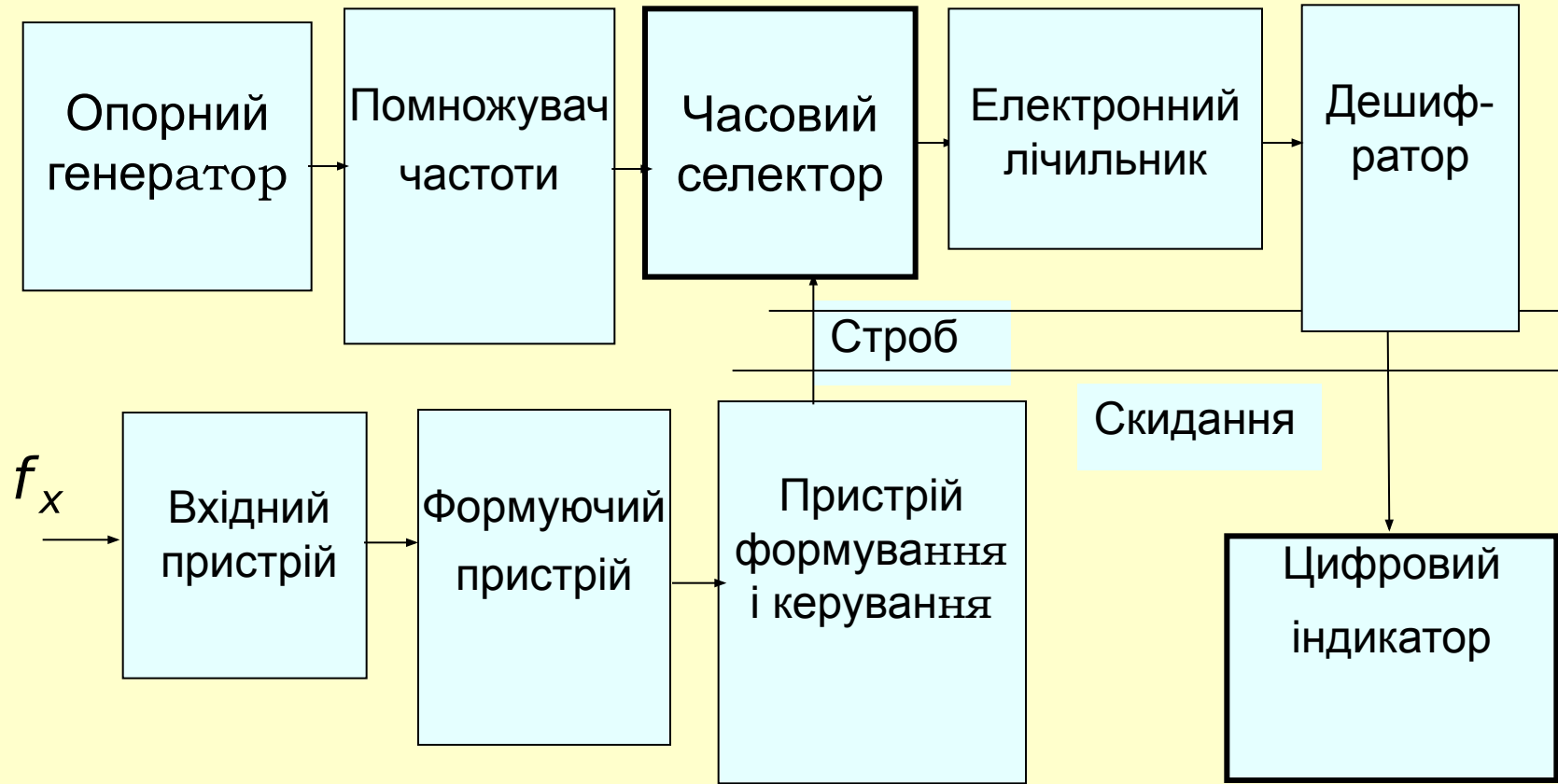


Рис. 1. Структурна схема ЕЛЧ у режимі вимірювання частоти

Схема містить наступні елементи:

**вхідний пристрій – ВП,
формуючий пристрій – ФП,
часовий селектор – ЧС,
опорний генератор – ОГ,
подільник частоти – ПДЧ,
пристрій формування і керування – ПФК,
електронний лічильник – ЕЛ,
дешифратор – ДШ і
цифровий індикатор – ЦІ.**

При вимірюванні частоти на перший вхід ЧС надходить послідовність імпульсів з періодом T_x , обумовлених частотою досліджуваного сигналу f_x , причому $T_x = 1 / f_x$.

На другий вхід ЧС поступає строб-імпульс тривалістю $\Delta T = 10^n T_{\text{кв}}$

де $T_{\text{кв}}$ період надходження імпульсів з опорного генератора

На електронний лічильник проходить група імпульсів, число яких

$$N = f_x \Delta T = \frac{\Delta T}{T_x}$$

Якщо не враховувати похибку дискретизації і порівняти значення ΔT

$$\frac{10^n}{f_{\hat{a}}} = \frac{N}{f_x} \quad f_x = f_{\hat{a}} \cdot 10^{-n} N$$

Таким чином, вимірювана частота дорівнює числу імпульсів N , утворених із вимірюваного сигналу, а $f_{\hat{a}} \cdot 10^{-n}$ коефіцієнт, що визначає одиницю вимірювання частоти і число значущих цифр при відліку.

Прийнято виділяти дві основні складові похибки вимірювання частоти δ_f . Перша складова – це похибка формування зразкового інтервалу часу ΔT , протягом якого часовий селектор пропускає імпульси, тобто проводиться вимірювання.

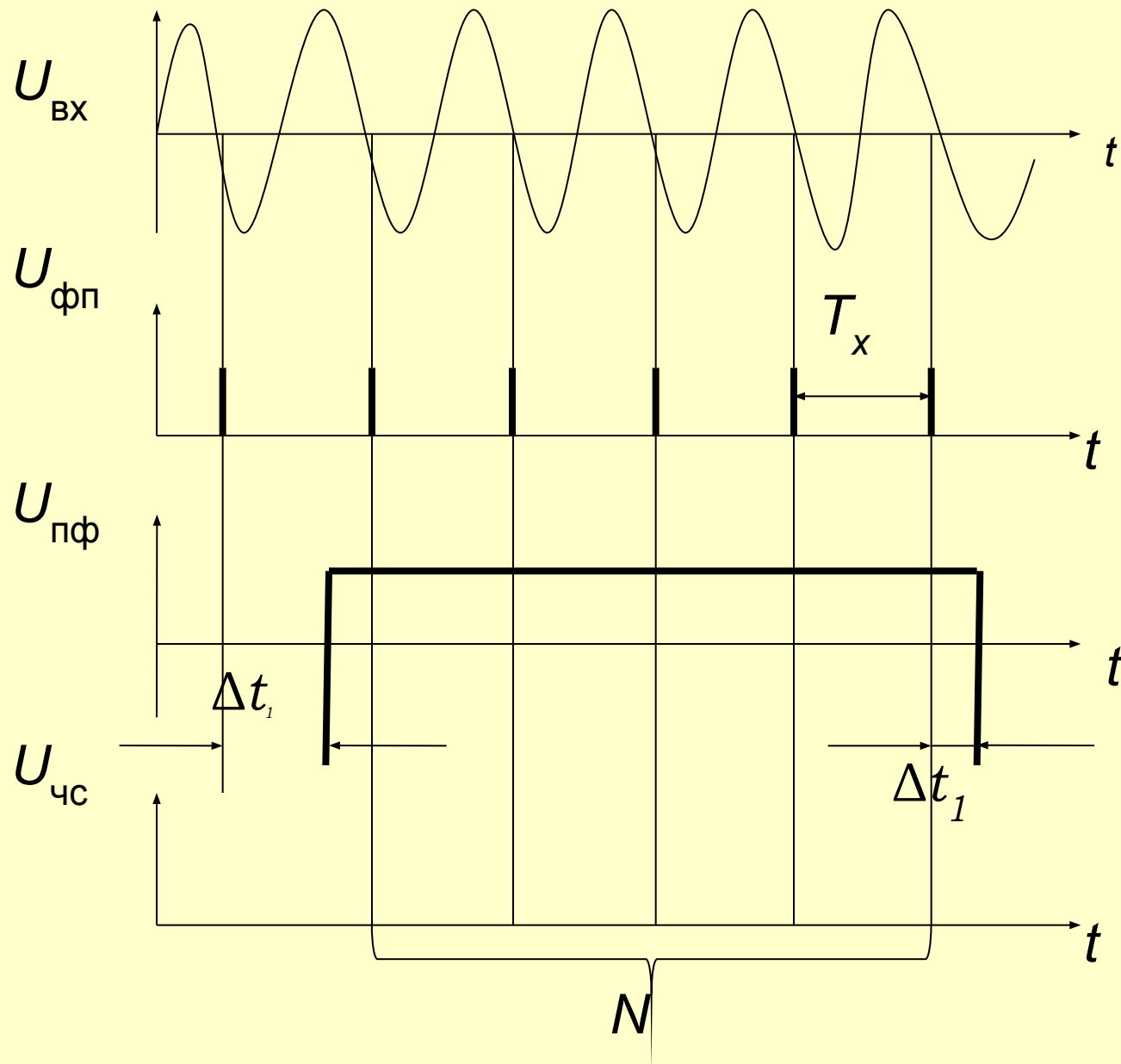


Рис. 2. Часові діаграми роботи ЕЛЧ в режимі вимірювання частоти

Ця похибка в основному визначається заданою похибкою, тобто нестабільністю частоти кварцового генератора відносно номінального значення, встановленого по еталону $10^{-9} \dots 10^{-10}$, а також короткочасною і довгостроковою його нестабільністю протягом міжповірного інтервалу.

За рахунок термостатування елементів схеми відносна нестабільність кварцового генератора в реальних схемах звичайно складає $\delta_{\text{КВ}} = 10^{-7} \dots 10^{-9}$.

Похибка $\delta_{\text{еа}}$ це - досить мала величина в порівнянні із другою складовою — похибкою, визначеною взаємним розташуванням інтервального і рахункових імпульсів, тобто похибкою дискретизації.

Похибка дискретного рахунку виникає в даному випадку за рахунок втрати частини періоду вимірюваних імпульсів і з деякою імовірністю може складати імпульс.

Відносна похибка дискретизації

$$\delta_{\ddot{a}} = \frac{\Delta N}{N} = \pm \frac{1}{N_x} = \pm \frac{1}{f_x \Delta T} = \pm \frac{T_x}{\Delta T}$$

Таким чином, загальний вираз для визначення відносної нестабільності запишеться в наступному вигляді:

$$\delta_f = f \sqrt{\delta_{\hat{a}}^2 + \left(\frac{T_x}{\Delta T}\right)^2}$$

Як видно з наведених формул, похибка дискретизації збільшується із зменшенням вимірюваної частоти. В деяких межах це збільшення можна компенсувати збільшенням часу вимірювання ΔT .

Однак при цьому зменшується швидкодія ЕЛЧ.

У реальних приладах максимальний час вимірювання обмежується значенням $\Delta T = 10^4 \text{мс} \dots 10 \text{с}$, тому при вимірюванні досить низьких частот застосування розглянутого методу прямого рахунку неефективно.

У цьому випадку вимірювати частоту треба непрямым методом, вимірюючи тривалість одного або декількох періодів досліджуваного сигналу.

ПИТАННЯ II

РОЗШИРЕННЯ МЕЖ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ

Ноніусний метод вимірювання часових інтервалів дозволяє знизити похибку дискретизації, що має місце при використанні методу дискретного рахунку для вимірювання коротких часових інтервалів, наприклад, фронтів імпульсів.

Розглянемо роботу ноніусного вимірювача часових інтервалів.

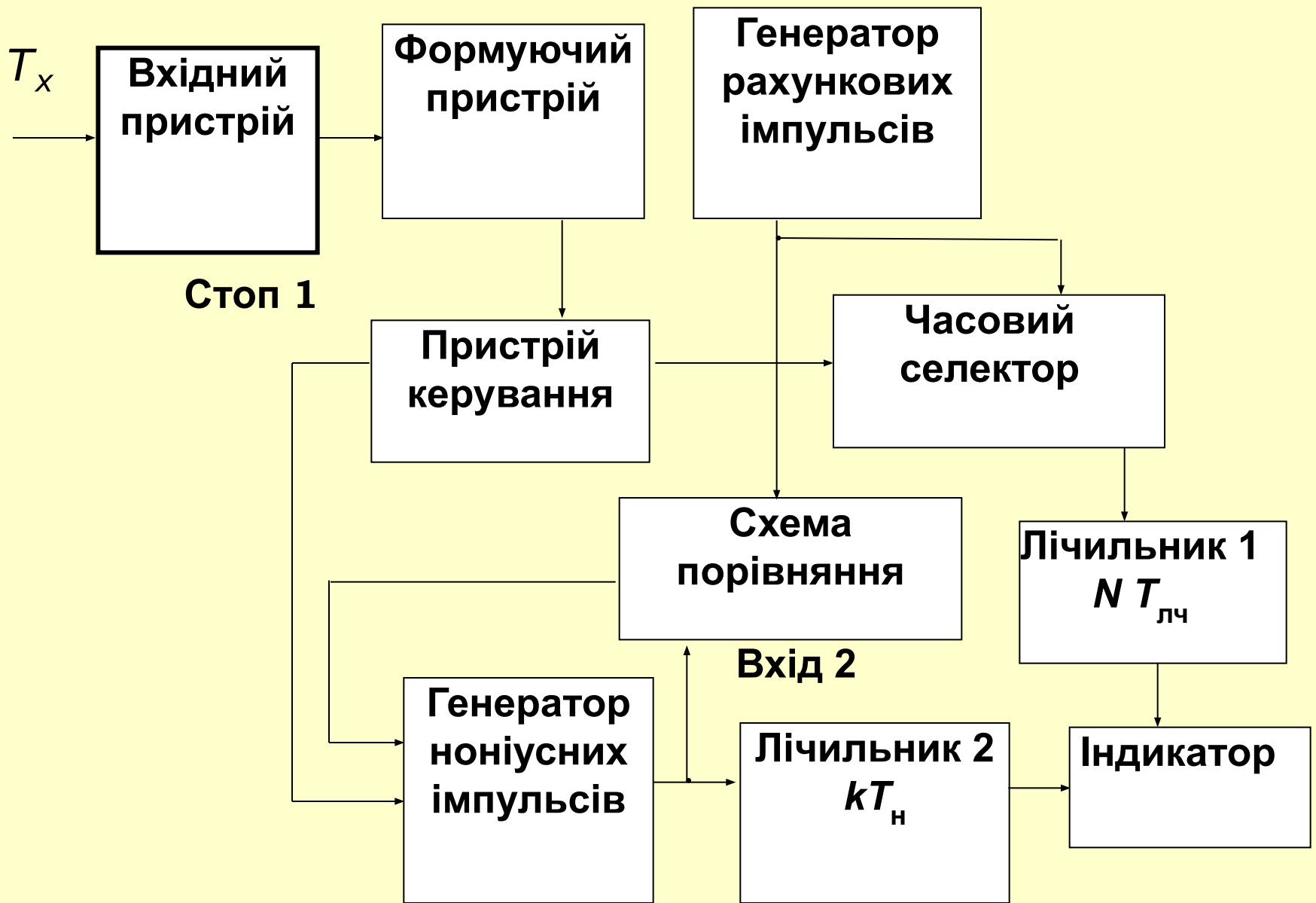


Рис.3. Структурна схема вимірювача часових інтервалів ноніусним методом

Вхідний досліджуваний сигнал тривалістю T_x надходить на формуючий пристрій, де виробляються два імпульси: «стартовий», що відповідає початку інтервалу, і «стоповий», що відповідає T_x кінцю цього інтервалу.

Стартовий імпульс через пристрій керування відкриває часовий селектор, забезпечуючи тим самим проходження через нього рахункових імпульсів з періодом повторення від генератора T_{δ^3} рахункових імпульсів на перший лічильник.

Рахункові імпульси надходять також на перший вхід схеми порівняння. Стоповий імпульс через пристрій керування закриває часовий селектор, і відлік у першому лічильнику припиняється. Якщо при цьому в ньому виявилось зафіксоване N рахункових імпульсів, то вимірюваний часовий інтервал:

$$T_x = NT_{\delta^3} + \Delta t$$

Де Δt похибка дискретизації

Крім генератора рахункових імпульсів, у схемі є генератор ноніусних імпульсів.

Параметри зазначених генераторів вибираються з наступних умов:

$$T_1 < T_{\delta^3}$$

$$T_1 = T_{\delta^3} \frac{n-1}{n}$$

$$T_{\delta^3} - T_1 = \frac{T_{\delta^3}}{n}$$

де n – ціле число кратне 10.

Різницю $T_{\delta^3} - T_1$ називають кроком дискретизації.

У сучасних ноніусних вимірювачах похибка вимірювань має порядок 10^{-9} . Ця похибка визначається наступними складовими:

тривалістю і формою рахункових і ноніусних імпульсів;

нестабільністю генераторів;

неповним збігом (частковим перекриттям) імпульсів у схемі збігів.

ПИТАННЯ ІІІ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЧАСТОТНИХ ВИМІРЮВАНЬ