

УДК 551.508:543.275.1

Б.О. Іванов, В.Б. Осіс

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАМНО- ТЕХНІЧНОГО АКТИНОМЕТРИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Наведено результати експериментальних досліджень характеристик дослідного зразка перетворювача напруги М-37.

Ключові слова: дослідження, метрологія, перетворювач напруги, калібрування, атестація, дослідний зразок.

Дослідний зразок актинометричного комплексу складається з перетворювача напруги М-37 та пакета програм М 37.00.00 Prog.

Перетворювач напруги М-37 призначений для обробки сигналів датчиків, що реєструють пряму, розсіяну, сумарну радіацію, радіаційний баланс та інші джерела напруги.

Основні технічні характеристики перетворювача напруги М-37 такі:

- діапазон вхідних напруг – 0 мВ ÷ 30 мВ;
- відносна похибка вимірювання – $\leq 2\%$;
- кількість каналів вимірювання – 2 (на один вхід USB).

Структурну схему показано на рис. 1.

Мікропроцесор виконує функції керування роботою АЦП, системою слідкування за сонцем, попередньої обробки інформації і здійснює зв'язок із персональним комп'ютером (ПК).

Розроблено документацію, програмне забезпечення в середовищі Windows Microsoft NET Framework і виготовлено дослідний зразок.

Розроблено два варіанти зв'язку ПК із мікроконтролером по каналах RS232 і USB(CDC).

На рис. 2 зображено форму керування та

індикації поточних вимірюваних даних. Форма містить рядок керування, в який заносяться команди режимів роботи системи.

Під час подачі напруги на контролер програма входить у нескінченний цикл, чекаючи команди від ПК. Після надходження команди виконує її у фоновому режимі, постійно перевіряючи надходження нових команд.

У ПК формується файл із ім'ям „ГГГГ_ММ_ДД.txt”, що використовується для перегляду та архівації даних.

Програмою передбачено режим калібрування – введення коефіцієнтів для кожного датчика в рядок керування.

Кількість датчиків, що обслуговуються, може бути збільшено й обмежено тільки загальною кількістю портів USB і RS232. Запущені паралельно програми при цьому автономні.

Програми написано на таких мовах: для ПК – на C# Microsoft; для мікроконтролера – на Cpp18 Microchip.

Калібрування дослідного зразка

Калібрування приладу проводиться з метою визначення функції перетворення. Структурну

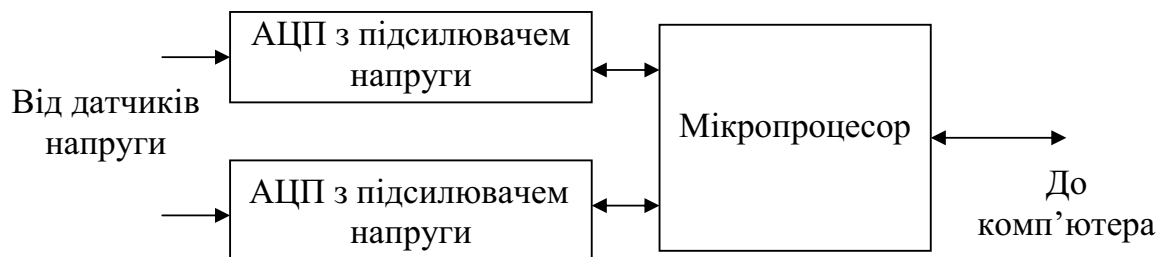


Рис. 1. Структурна схема перетворювача напруги М-37

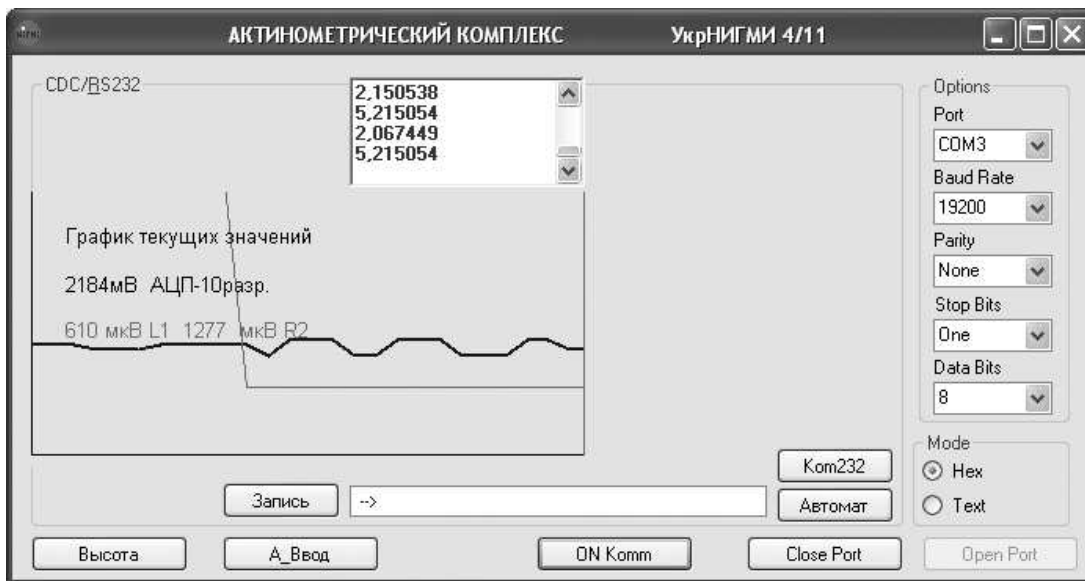


Рис. 2. Форма індикації поточних вимірюваних даних

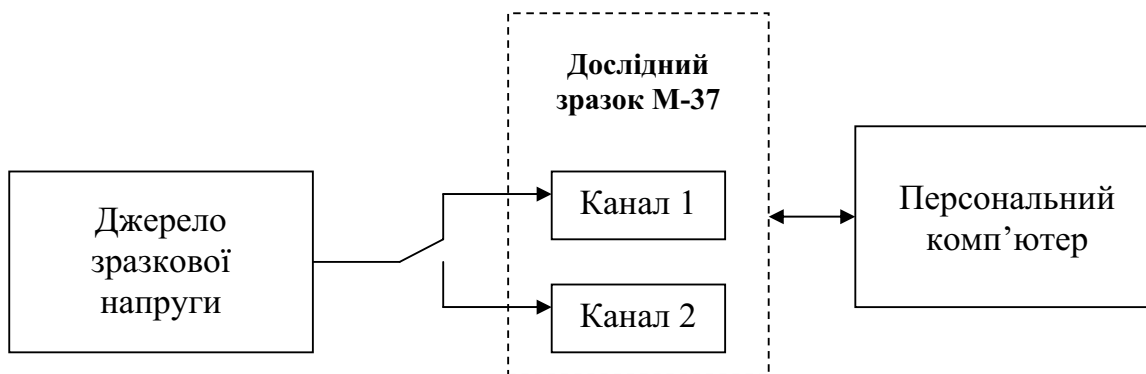


Рис. 3. Структурна схема обладнання для калібрування дослідного зразка

схему обладнання для калібрування дослідного зразка наведено на рис. 3.

Калібрування дослідного зразка виконувалось окремо для кожного з двох ідентичних каналів перетворення вимірювальної напруги.

На вхід каналу перетворення вимірювальної напруги подається зразкова напруга постійного струму в діапазоні від 0 mV до 30 mV.

Результати калібрування дослідного зразка перетворювача напруги М-37 наведено в табл. 1.

За даними цієї таблиці визначено функції перетворення дослідного зразка перетворювача напруги М-37 для обох каналів. Графіки функції перетворення наведено на рис. 4 та 5.

Рівняння функції перетворення мають вигляд: канал 1 – $y=0,9357x+351$; канал 2 – $y=0,9834x+146$.

Таблиця 1
Результати визначення середніх значень вимірюваної напруги

Зразкова напруга, mV	Канал 1	Канал 2
	Вимірювана напруга, mV	Вимірювана напруга, mV
1000	1265,735	1120,146
3000	3128,138	3102,093
6000	5947	6050,167
9000	8762,744	8999,706
12000	11616,23	11925,67
15000	14418,32	14844,33
18000	17243,49	17865,67
21000	19975,43	20789,94
24000	22799	23745,97
27000	25597,41	26687,76
30000	28390,43	29651,21

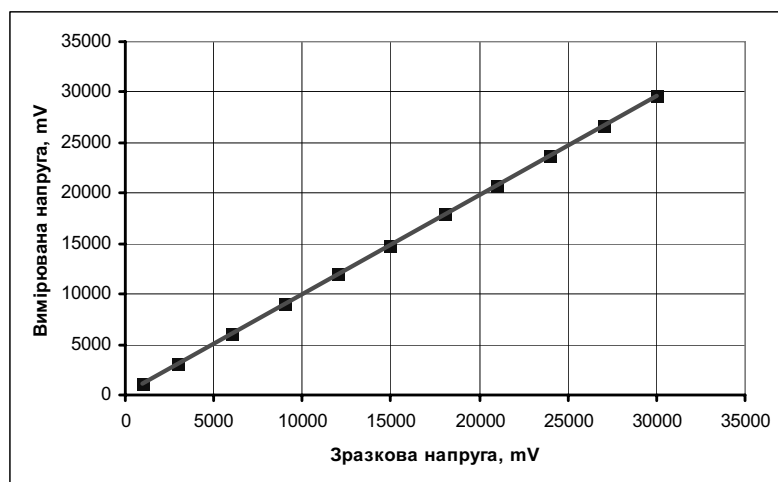


Рис. 4. Графік функції перетворення каналу 1

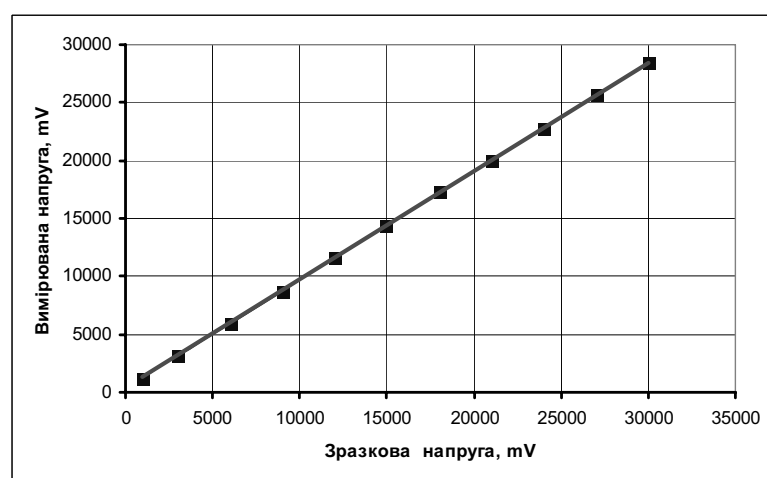


Рис. 5. Графік функції перетворення каналу 2

За даними функції перетворення визначено коефіцієнти перетворення, що використовуються в програмному забезпеченні. Визначені коефіцієнти перетворення внесено у файл із ім'ям „КОЕФФ.txt”. Під час роботи програма автоматично використовує коефіцієнти перетворення з цього файла.

Державна метрологічна атестація

За розробленою та затвердженою методикою Державної метрологічної атестації перетворювача напруги М-37 проведено Державну метрологічну атестацію (ДМА) дослідного зразка перетворювача напруги М-37.

Основна операція, що виконується під час проведення ДМА – визначення метрологічних характеристик. Результати, отримані в ході проведення операції визначення метрологічних характеристик, наведено в табл. 2 та табл. 3.

Окрім цього, проведено Державну метрологічну атестацію програмного забезпечення уні-

версального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень. На підставі протоколів Державної метрологічної атестації на дослідний зразок програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень видано свідоцтво про атестацію № 25-01/A-468.

Натурні випробування дослідного зразка

Натурні випробування дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень проводилися з метою визначення працездатності перетворювача напруги М-37, який призначений для перетворення сигналів датчиків, що реєструють пряму, розсіяну, сумарну радіацію, радіаційний баланс та інші джерела напруги. Структурну схему обладнання, що використовувався у ході натурних випробувань дослідного зразка, наведено на рис. 6.

Актинометричний датчик під час проведен-

Таблиця 2

Результати визначення відносної похибки вимірювання каналу 1

№ з/п	Дійсне значення напруги, мкВ	Результат вимірювання напруги приладом М-37, мкВ	Систематична похибка вимірювання, мкВ	Середнє квадратичне відхилення результату вимірювання, мкВ	Нижня межа основної абсолютної похибки, мкВ	Верхня межа основної абсолютної похибки, мкВ	Нижня межа основної відносної похибки, %	Верхня межа основної відносної похибки, %	Допустиме значення основної відносної похибки, %
1	1000	1015	15	1	13	17	1,30	1,70	±2 %
2	2500	2478	-22	4	-30	-14	-1,20	-0,56	
3	5000	4988	-12	2	-16	-8	-0,32	-0,16	
4	7500	7507	7	7	7	21	0,09	0,28	
5	10000	9965	-35	1	-37	-33	-0,37	-0,33	
6	12500	12454	-46	2	-50	-42	-0,40	-0,34	
7	15000	14942	-58	1	-60	-56	-0,40	-0,37	
8	17500	17440	-60	2	-64	-56	-0,37	-0,32	
9	20000	19931	-69	3	-75	-63	-0,38	-0,32	
10	22500	22387	-113	1	-115	-111	-0,51	-0,49	
11	25000	24910	-90	3	-96	-84	-0,38	-0,34	
12	27500	27369	-131	3	-137	-125	-0,50	-0,45	
13	30000	29887	-113	7	-127	-99	-0,42	-0,33	

Таблиця 3

Результати визначення відносної похибки вимірювання каналу 2

№ з/п	Дійсне значення напруги, мкВ	Результат вимірювання напруги приладом М-37, мкВ	Систематична похибка вимірювання, мкВ	Середнє квадратичне відхилення результату вимірювання, мкВ	Нижня межа основної абсолютної похибки, мкВ	Верхня межа основної абсолютної похибки, мкВ	Нижня межа основної відносної похибки, %	Верхня межа основної відносної похибки, %	Допустиме значення основної відносної похибки, %
1	1000	994	-6	0	-6	-6	-0,60	-0,60	±2 %
2	2500	2496	-4	1	-6	-2	-0,24	-0,08	
3	5000	4998	-2	1	-4	0	-0,08	-0,00	
4	7500	7483	-17	1	-19	-15	-0,25	-0,20	
5	10000	9983	-17	3	-23	-11	-0,23	-0,11	
6	12500	12483	-17	0	-17	-17	-0,14	-0,14	
7	15000	14993	-7	1	-9	-5	-0,06	-0,03	
8	17500	17483	-17	3	-23	-11	-0,13	-0,06	
9	20000	19985	-15	2	-19	-11	-0,10	-0,06	
10	22500	22479	-21	3	-27	-15	-0,12	-0,07	
11	25000	24988	-12	0	-12	-12	-0,05	-0,05	
12	27500	27481	-19	4	-27	-11	-0,10	-0,04	
13	30000	29742	-258	0	-258	-258	-0,86	-0,86	

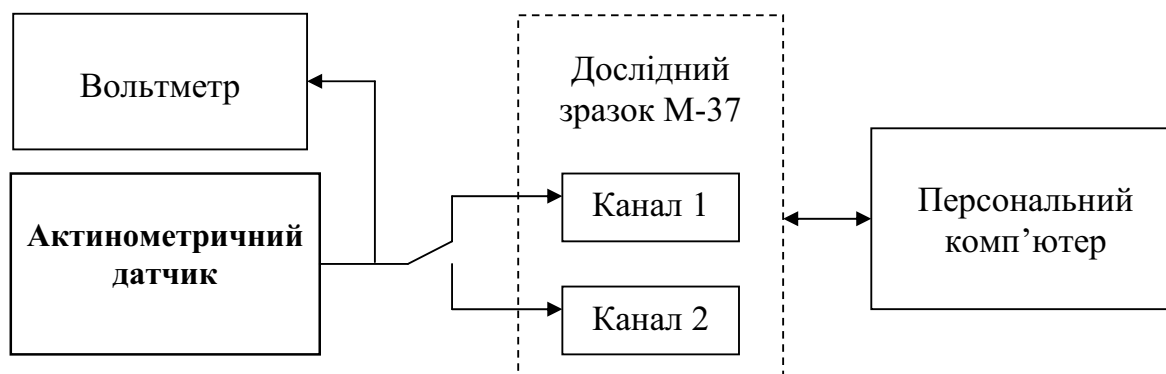


Рис. 6. Структурна схема обладнання, що використовувалось у ході натурних випробувань дослідного зразка

ня натурних випробувань дослідного зразка було встановлено на спеціальному майданчику, який розташований на даху УкрГМІ. Решту обладнання (вольтметр, дослідний зразок і персональний комп'ютер) встановлено в лабораторії інституту. Напруга від актинометричного датчика одночасно подається до вольтметра та дослідного зразка. Напруга від датчика перетворюється дослідним зразком М-37 та записується й зберігається персональним комп'ютером у спеціальному файлі з ім'ям „ГГГГ_ММ_ДД.txt”. Одночасно з цим фіксується значення напруги, виміряної вольтметром.

За результатами випробувань отримано графіки змінення сумарної сонячної радіації в реальному часі, що наведено на рис. 7. На рисунку білою лінією виділено графік змінення сумарної сонячної радіації, що визначена автоматично за допомогою дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень; чорними крапками – графік змінення сумарної сонячної радіації, що визначена вручну за допомогою вольтметра.

За даними, що отримано під час проведення натурних випробувань дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень, виявлено наступне:

– за ясного неба (наприклад час від 9 год. 40 хв. до 10 год. 35 хв.) графіки змінення сумарної сонячної радіації (рис. 7), що отримано автоматично за допомогою дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу

для автоматизації актинометричних спостережень та вручну за допомогою вольтметра, дуже гарно збігаються (різниця між визначеними значеннями сумарної сонячної радіації не перевищує 1 %);

– за похмурого неба та погодних явищ (наприклад, час від 11 год. 20 хв. до 12 год. 00 хв.), які приводять до швидкого змінення сонячної радіації (хмарність, опади, серпанок і таке інше), графіки змінення сумарної сонячної радіації (рис. 7), що отримані автоматично за допомогою дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень та вручну за допомогою вольтметра, іноді не збігаються (різниця між визначеними значеннями сумарної сонячної радіації інколи сягає 30 %), це пояснюється тим, що:

– дослідний зразок визначає інтегровану, а вольтметр – миттєву величину радіації;

– кількість вимірів за одиницю часу, виконана дослідним зразком, на порядок більша ніж вручну;

– опрацювання інформації дослідним зразком виконується автоматично, що зменшує час оброблення даних, збільшує точність обробки та зручність подання інформації.

Під час випробувань дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень встановлено, що він працездатний та може бути використаний для вимірювання параметрів сонячної радіації.

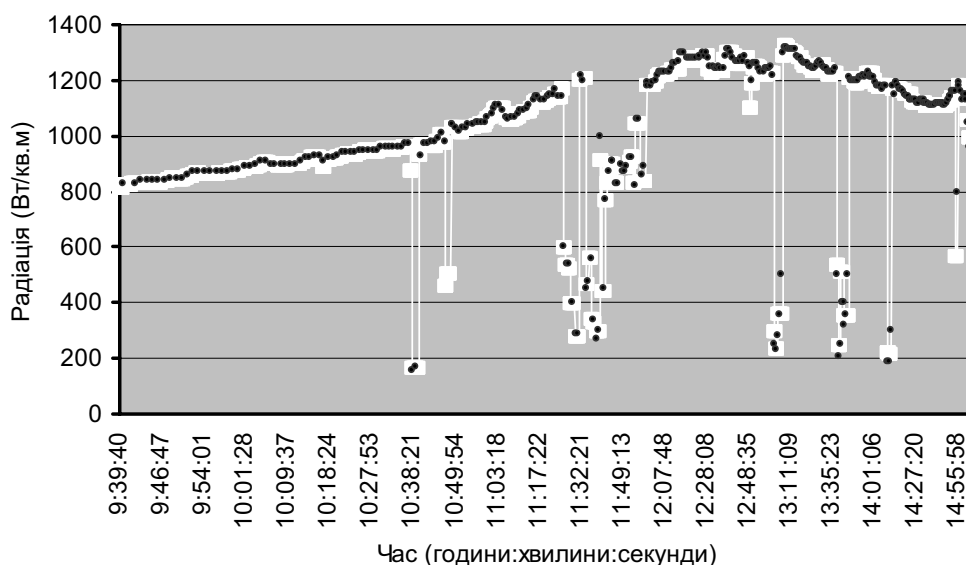


Рис. 7. Графіки змінення сумарної сонячної радіації в реальному часі

Висновки

У результаті проведених досліджень визначено:

- під час калібрування дослідного зразка встановлено функції перетворення вимірювальної напруги перетворювачем напруги М-37, рівняння функції перетворення мають вигляд: канал 1 – $y = 0,9357x + 351$; канал 2 – $y = 0,9834x + 146$;

- під час проведення Державної метрологічної атестації універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень встановлено, що відносна похибка вимірювання напруги дослідного зразка не перевищує 2 %;

- під час проведення натурних випробувань дослідного зразка виявлено, що отримані автоматично за допомогою дослідного зразка універсального програмно-технічного комплексу для автоматизації актинометричних спостережень та вручну за допомогою вольтметра дані дуже гарно збігаються, різниця між визначеними значеннями сумарної сонячної радіації не перевищує 1 %.

Виходячи з наведених даних можна стверджувати, що за своїми характеристиками дослідний зразок універсального програмно-технічного комплексу відповідає вимогам до інструментальних засобів визначення параметрів сонячної радіації. Рекомендуємо використовувати його як основу для створення сучасної автоматизованої системи вимірювання параметрів сонячної радіації.

* *

*Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ*

Б.А. Іванов, В.Б. Осіс

Экспериментальные исследования характеристик экспериментального образца универсального программно-технического актинометрического комплекса

Приведены результаты экспериментальных исследований характеристик опытного образца преобразователя напряжения М-37.

Ключевые слова: исследования, метрология, преобразователь напряжения, калибровка, аттестация, экспериментальный образец.

B.A. Ivanov, V.B. Osis

Experimental researches of characteristics of the experimental sample universal software – technical actinometry a complex

Results of experimental researches characteristics of the pilot model the converter voltage M-37 are resulted.

Keywords: researches, metrology, the converter of a pressure, calibration, certification, the experimental sample.