

УДК 681.121

Н.М. Піндус, А.Г. Винничук, Г.О. Сенів

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ

## ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ ДЛЯ ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ВТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У ГАЗОПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ

Стаття присвячена актуальній проблемі дослідження втрат природного газу у газопровідних мережах. Розроблена віртуальна лабораторія для моделювання процесу вимірювання витрати природного газу у замірній ділянці газопроводу. Віртуальна лабораторія дозволяє застосовувати дистанційні технології для заочної форми навчання та самостійної роботи студентів.

**Ключові слова:** віртуальна лабораторія, витрата, природний газ, експрес-контроль, дистанційне навчання.

### Вступ

В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу широко застосовуються дистанційні технології для заочної форми навчання та реалізації самостійної роботи студентів. Основною методичною розробкою, що забезпечує навчальний процес у цьому випадку є електронний навчальний курс. Важливою складовою навчального курсу є віртуальні лабораторні роботи та тренажери для отримання студентами практичних навичок. Приклад виконання одного з лабораторних тренажерів подано [1], де змодельовано процес вимірювання витрати природного газу на ділянці трубопроводу.

**Метою роботи** є розроблення віртуальної лабораторії для експрес-контролю втрат природного газу у газопровідних мережах.

### Виклад основного матеріалу

Методична розробка для забезпечення обробки інформації, отриманої з давачів, які входять в інформаційно-вимірювальний комплекс для вимірювання втрат природного газу, реалізовано за допомогою програми «Measurement». На рис. 1 зображена блок-схема обробки інформації.

Реалізація алгоритму для обробки результатів вимірювання відбувається із застосуванням програми «Measurement», написаної в середовищі програмування Microsoft Visual Studio мовою C#. Visual Studio – це набір інструментів розробки, заснованих на використанні компонентів для створення потужних, продуктивних додатків. Крім того, середовище Visual Studio оптимізоване для спільного проектування, розробки та розгортання корпоративних рішень [2]. C# – об'єктно-орієнтована мова програмування з безпечною системою типізації для платформи .NET [3].

Для застосування програми «Measurement» необхідно здійснити ряд наступних операцій:

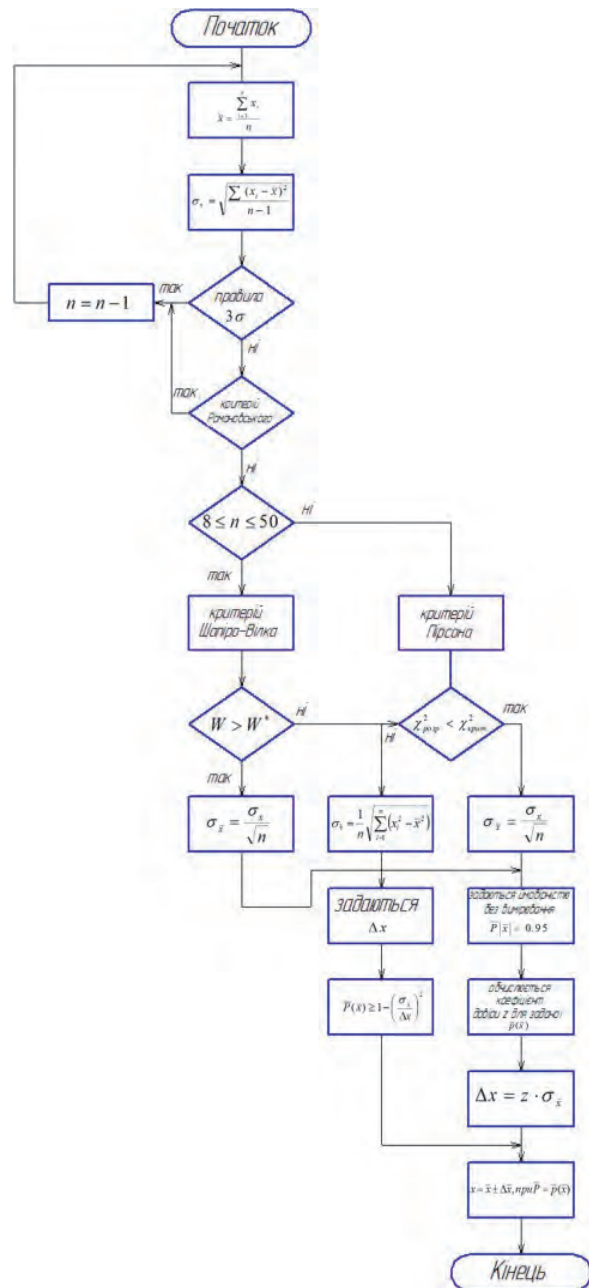


Рис. 1. Блок-схема програми «Measurement»

1) Перш за все на робочому ПК повинен бути встановлений .Net Framework v4.0 (Microsoft .NET – програмна технологія, запропонована фірмою Microsoft як платформа для створення як звичайних програм, так і веб-програм [3]).

2) Запустити програму “Measurement” (рис. 2).

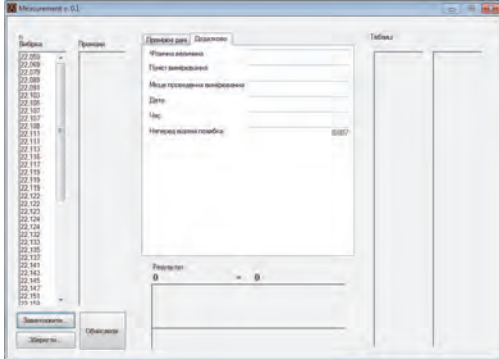


Рис. 2. Загальний вигляд програми «Measurement» із завантаженими даними, які були зняті пристроєм для експрес-контролю витрат природного газу

3) Перейшовши до закладки «Додатково» (рис. 3) рекомендується заповнити чисті поля, в яких необхідно вказати інформацію про пункт, місце, дату та час проведення вимірювань, а також назвати фізичну величину, що вимірювалась, та її одиниці вимірювання.

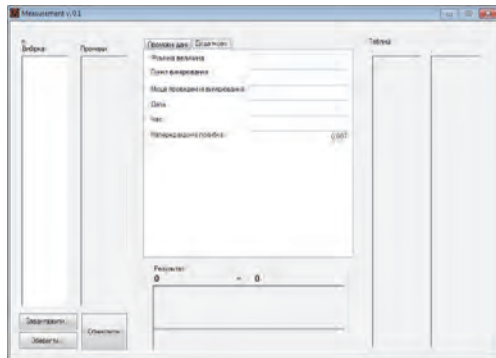


Рис. 3. Поле закладки «Додатково»

4) Лівою кнопкою миші клікнути «Обчислити», що знаходиться на робочому полі. На екрані з’являться проміжні дані обчислення згідно алгоритму, результат обрахунку та висновок про відповідність чи невідповідність нормальному закону розподілу заданої вибірки (рис. 4).

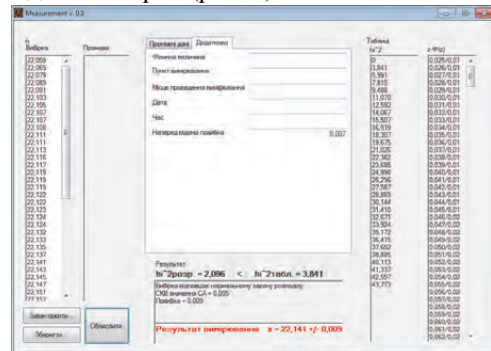


Рис. 4. Виведення проміжних даних та результату вимірювання

Результат обчислення можна зберегти для подальшого використання.

Функціональні можливості розробленої програми “Measurement”:

- високоточний розрахунок результатів вимірювання згідно описаного вище алгоритму;
- можливість завантажувати результати вимірювань у програму безпосередньо із збереженого файлу з розширенням .txt;
- обробка вибірок розміром  $8 \leq n \leq 100$ ;
- відсіювання промахів з результатів спостереження після перевірки вибірки на їх наявність за критеріями «трьох сігм» та Романовського [4];
- перевірка вибірки на відповідність нормальному закону розподілу за допомогою критеріїв Шапіро-Вілка ( $8 \leq n \leq 50$ ) та Пірсона ( $n > 100$ );
- представлення результатів вимірювання у визначеній, стандартній формі  $x = \bar{x} \pm \Delta x$  при  $P = P|\bar{x}|$  [4];

– виведення результатів обчислень на екран і можливість їх збереження для подальших опрацювань;

– виведення на екран висновку про результат перевірки вибірки на відповідність нормальному закону розподілу;

– можливість введення в програму даних про пункт, місце, час, дату проведення вимірювань, результатом яких є отримані експериментальні дані, що обробляються. Введені дані зберігаються разом з результатом обчислення;

- висока швидкість обчислення;
- вільний доступ до статистичних таблиць (при необхідності), які є збережені у даній програмі [5].

Наведемо приклад обробки результатів вимірювання витрати газу з метою виявлення витоків природного газу за допомогою створеної програми «Measurement».

Маючи результати прямих багаторазових вимірювань витрати газу [6], що проводились з метою виявлення витоків природного газу в газорозподільних мережах та були виконані в ГРП №124, що знаходиться в населеному пункті Старий Мартинів 21.07.2011 о 01.15–01.45 годині, можна здійснити метрологічну обробку цих результатів, використовуючи описану вище програму “Measurement”. Отримані дані подані у табл. 1 (кількість вимірювань рівна 55).

Завантаживши вибірку (табл. 1) та запустивши обчислення, отримуємо певні проміжні дані обрахунків, які, як і остаточний результат та висновок про відповідність нормальному закону розподілу виводяться у закладці «Проміжні дані» на робочому вікні програми. Результат обчислення подано нижче і показано на рис. 5.

Таблиця 1  
Результати вимірювання витрати газу в ГРП №124

№	1	2	3	4	5	6	7	8
Витрата м³/год	22,059	22,069	22,079	22,089	22,091	22,103	22,105	22,107
№	9	10	11	12	13	14	15	16
Витрата м³/год	22,107	22,108	22,111	22,111	22,113	22,116	22,117	22,119
№	17	18	19	20	21	22	23	24
Витрата м³/год	22,119	22,122	22,122	22,122	22,123	22,124	22,124	22,132
№	25	26	27	28	29	30	31	32
Витрата м³/год	22,133	22,135	22,137	22,141	22,143	22,145	22,147	22,151
№	33	34	35	36	37	38	39	40
Витрата м³/год	22,152	22,152	22,154	22,154	22,159	22,161	22,161	22,163
№	41	42	43	44	45	46	47	48
Витрата м³/год	22,163	22,167	22,169	22,172	22,174	22,174	22,186	22,191
№	49	50	51	52	53	54	55	56
Витрата м³/год	22,192	22,194	22,200	22,201	22,201	22,204	22,205	-

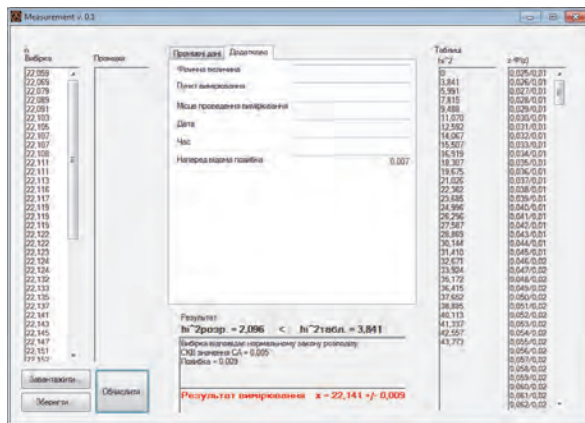


Рис. 5. Результати обробки даних вимірювання за допомогою програми "Measurement" для вибірки n=55

**Висновки**

На основі проведених досліджень встановлено, що вибірка розміром n=55 відповідає нормальному

закону розподілу, оскільки розраховане значення  $\chi_p^2 = 2,096$  не перевищує табличне 3,841.

Проведений кількісний аналіз показав, що для виконання експрес-контролю виявлення витоків природного газу в газорозподільчих мережах не є доцільно проводити настільки велику кількість вимірювань при ймовірності лише 0,95. Адже, як бачимо з отриманих результатів, спроектований мобільний витратовимірювальний комплекс не може виявити дуже малих втрат газу. Комплекс працює на великих втратах. А для цього достатньо провести багаторазове вимірювання з об'ємом вибірки n=20.

**Список літератури**

1. Чеховський С.А. Метрологія і технологічні вимірювання у нафтовій та газовій промисловості: [навчальний посібник] / С.А. Чеховський, І.С. Петришин, Н.М. Піндус, С.П. Вацшиак. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 534 с.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms123401.aspx>.
3. Троелсен Ендрю. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0.: [перевод с английского] / Эндрю Троелсен. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 1392 с.
4. Руденко В.М. Математична статистика: [навчальний посібник] / В.М. Руденко. – Київ: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с.
5. Стеценко І.В. Моделювання систем: [навчальний посібник] / І.В. Стеценко. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.
6. Нечаєв В.П. Теорія планування експерименту: [навчальний посібник] / В.П. Нечаєв, Т.М. Берідзе, В.В. Кононенко. – Київ: Центр учбової літератури, 2009. – 232 с.

Надійшла до редколегії 16.05.2017

**Рецензент:** канд. техн. наук проф. С.А. Чеховський, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ.

**ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЯ ПОТЕРЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГАЗОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ**

Н.Н. Пиндус, А.Г. Винничук, Г.О. Сенив

Статья посвящена актуальной проблеме исследования потерь природного газа в газопроводных сетях. Разработана виртуальная лаборатория для моделирования процесса измерения расхода природного газа в исследуемом участке газопровода. Виртуальная лаборатория позволяет применять дистанционные технологии для заочной формы обучения и самостоятельной работы студентов.

**Ключевые слова:** виртуальная лаборатория, расход, природный газ, экспресс-контроль, дистанционное обучение.

**VIRTUAL LAB FOR THE EXPRESS-CONTROL OF NATURAL GAS LOSSES IN GAS SUPPLY NETWORKS**

N. Pindus, A. Vynnychuk, H. Seniv

The paper deals with the problem of natural gas losses in gas supply networks. The virtual lab was developed for the modeling of natural gas flow measurement in certain pipeline location. It allows to apply distance education technologies for the online learning courses.

**Keywords:** virtual lab, flow, natural gas, express-control, distance learning.