

681.52

П 69

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ПРАКТИКУМ З МЕТРОЛОГІЇ,
ОСНОВ ВИМІРЮВАНЬ ТА
ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
АВТОМАТИЗАЦІЇ

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

**А. К. Бабіченко, М. О. Подустов, І. Г. Лисаченко,
Ю. А. Бабіченко, І. Л. Красніков, Р. В. Сагайдак-Нікітюк,
В. І. Вельма, О. В. Пугановський**

**ПРАКТИКУМ З МЕТРОЛОГІЇ,
ОСНОВ ВИМІРЮВАНЬ
ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти*

За редакцією А. К. Бабіченка

Харків 2019

УДК 681.5 (075.8)

П 81

Авторський колектив:

А. К. Бабіченко, канд. техн. наук, проф., *М. О. Подустов*, д-р. техн. наук, проф.,
І. Г. Лисаченко, канд. техн. наук, доц., *І. Л. Красніков*, канд. техн. наук, проф.,
Ю. А. Бабіченко, канд. техн. наук, доц., *В. І. Вельма*, канд. техн. наук, доц.,
Р. Б. Сагайдак-Нікітюк, д-р фарм. наук, проф., *О. В. Пугановський*, ст. викл.

Рецензенти:

Панасенко В. О., д-р техн. наук, проф., начальник науково-технічного відділу ДУ «Державного науково-дослідного інституту основної хімії»;

Ладанюк А. П., д-р техн. наук, проф., проф. кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління Національного університету харчових технологій;

Лазарев М. І., д-р пед. наук, проф., проф. кафедри креативної педагогіки та інтелектуальної власності Української інженерно-педагогічної академії.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

(Лист № 1/11-23.2-78 від 06.02.2019)

Практикум з метрології, основ вимірювань та технічних засобів

П81 автоматизації : навч. посіб. / А. К. Бабіченко, М. О. Подустов, І. Г. Лисаченко та ін. ; за ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», НФаУ, 2019. – 132 с.

У навчальному посібнику розглянуті лабораторні роботи, що відповідають дисциплінам «Метрологія та основи вимірювань» і «Технічні засоби автоматизації». Значна увага зосереджена на придбанні навиків щодо обробки результатів спостережень у процесі оцінки точності вимірювань технологічних параметрів, визначення характеристик виконавчих пристроїв, налагодження програм конфігурування мікропроцесорних засобів та оперативного управління автоматичною системою регулювання.

Навчальний посібник призначено для здобувачів вищої освіти спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», а також може бути використаний для спеціальностей, що вивчають цикл дисциплін з автоматизації технологічних процесів, таких як «Біотехнологія», «Промислова теплоенергетика», «Технологія фармацевтичних препаратів» та ін.

УДК 681.5. (078.8)

© Авторський колектив, 2019

© НФаУ, НТУ «ХПІ», 2019

ЗМІСТ

Передмова.....	7
1. Визначення систематичної і випадкової складових похибки манометра та перевірка гіпотези про нормальність спостереженого розподілу за складовим критерієм узгодження.....	9
1.1. Опис лабораторного стенда.....	9
1.2. Порядок виконання роботи.....	9
1.3. Обробка результатів спостережень.....	10
2. Перевірка гіпотези про приналежність розподілу випадкової величини до нормального закону за допомогою графічного критерію узгодження.....	13
2.1. Опис лабораторного стенда.....	13
2.2. Порядок виконання роботи.....	13
2.3. Обробка результатів спостережень.....	15
3. Визначення метрологічних характеристик нормуючого та електропневматичного перетворювачів сигналів.....	17
3.1. Опис лабораторного стенда.....	17
3.2. Порядок виконання роботи.....	18
3.3. Обробка результатів випробувань.....	19
4. Визначення грубих помилок та оцінка точності результату за малої кількості вимірювань.....	21
4.1. Опис лабораторного стенда.....	21
4.2. Порядок виконання роботи.....	22
4.3. Обробка результатів випробувань.....	23
5. Градування шкали вторинного приладу та визначення похибки результату однократного вимірювання витрати.....	25
5.1. Опис лабораторного стенда.....	25
5.2. Порядок виконання роботи.....	26
5.3. Обробка результатів вимірювань.....	27
6. Налаштування програм конфігурування мікропроцесорного модульного перетворювача та Дослідження його метрологічних характеристик.....	28
6.1. Опис функціональних можливостей перетворювача та лабораторного стенда.....	28
6.2. Порядок виконання роботи.....	30

6.3. Обробка результатів вимірювань.....	37
7. Визначення похибки побічного вимірювання електричного опору.....	39
7.1. Опис лабораторного стенда.....	39
7.2. Порядок виконання роботи.....	39
7.3. Обробка результатів вимірювань.....	40
8. Визначення параметра і похибки інформаційно- вимірювального каналу із аналого-цифровим перетворювачем.....	42
8.1. Опис лабораторного стенда.....	42
8.2. Порядок виконання роботи.....	42
8.3. Обробка результатів вимірювань.....	43
9. Налаштування та відпрацювання навичок оперативного управління автоматичною системою регулювання температури в електронагрівальній печі.....	46
9.1. Опис лабораторного стенда, структури та функціональних можливостей мікропроцесорного регулятора.....	46
9.2. Порядок виконання роботи.....	52
9.2.1. Підготовка лабораторного стенда.....	52
9.2.2. Вмикання мікропроцесорного регулятора.....	52
9.2.3. Отримання кривої розгону об'єкта та визначення параметрів налаштування регулятора.....	53
9.2.4. Встановлення величини завдання регулятора.....	54
9.2.5. Встановлення параметрів налаштування регулятора.....	54
9.2.6. Отримання кривої перехідного процесу.....	55
9.3. Обробка експериментальних даних.....	55
10. Дослідження характеристик та перевірка оцифровки органів налаштування аналогового регулятора.....	57
10.1. Опис лабораторного стенда, структури і функціональних можливостей регулятора.....	57
10.2. Порядок виконання роботи.....	60
10.2.1. Перевірка оцифровки органу налаштування « K_I ».....	60
10.2.2. Перевірка оцифровки органу налаштування « K_v ».....	61
10.2.3. Перевірка оцифровки органу	

настроювання « K_p ».....	62
10.2.4. Перевірка оцифровки органу настроювання « K_p ».....	63
10.3. Обробка результатів випробувань.....	64
11. Визначення характеристик виконавчого пристрою з мембранним приводом.....	65
11.1. Опис лабораторного стенда та конструктивного оформлення виконавчого пристрою.....	65
11.2. Порядок виконання роботи.....	67
11.2.1. Визначення робочої характеристики виконавчого механізму.....	67
11.2.2. Визначення витратної та пропускної характеристик регулюючого органу.....	68
11.3. Обробка результатів досліджень.....	68
12. Дослідження якості автоматичної системи регулювання із застосуванням мікропроцесорного регулятора.....	70
12.1. Опис лабораторного стенда, структури та функціональних можливостей регулятора.....	70
12.2. Порядок виконання роботи.....	76
12.2.1. Позиційний алгоритм регулятора.....	77
12.2.2. ПІД-алгоритм настроювання регулятора.....	77
12.3. Обробка результатів досліджень.....	78
13. Відпрацювання навичок оперативного управління автоматичною системою регулювання на базі контролера.....	79
13.1. Функціональні можливості та основні технічні характеристики контролера.....	79
13.2. Перелік алгоритмів та їхні реквізити.....	80
13.3. Програмування контролера.....	82
13.4. Порядок виконання роботи.....	91
13.4.1. Процедура настроювання параметрів У режимі програмування.....	92
13.4.2. Режим оперативного керування.....	93
13.5. Обробка результатів досліджень.....	95
14. Дослідження характеристик прямоходного виконавчого пристрою з електродвигунним приводом	97
14.1. Опис лабораторного стенда та конструктивного оформлення виконавчого пристрою.....	97

14.2. Порядок виконання роботи.....	102
14.2.1. Визначення гістерезисну положення штоку виконавчого механізму.....	102
14.2.2. Визначення вибігу вихідного органу виконавчого механізму.....	103
14.2.3. Визначення середньої відносної швидкості переміщення вихідного органу виконавчого механізму.....	103
14.3. Обробка результатів досліджень.....	103
15. Відпрацювання навичок конфігурування мікропроцесорного регулятора та оперативного керування автоматичною системою регулювання тиску повітря.....	105
15.1 Опис обладнання, апаратного та програмного забезпечення лабораторного стенда	105
15.2 Порядок виконання роботи	108
15.2.1 Налаштування генератора сигналу постійного струму.....	109
15.2.2 Функціональні можливості та порядок конфігурування регулятора.....	110
15.2.3 Оперативне керування регулятором з використанням людино-машинного інтерфейсу, створеного у SCADA-системі Trace Mode V6.....	117
15.3 Обробка результатів досліджень.....	120
Список літератури.....	122
Додаток А. Значення функцій Лапласа.....	124
Додаток Б. Значення параметру розподілу d	126
Додаток В. Значення довірчої ймовірності P_i і кількості різниць m	126
Додаток Г. Значення функцій $\alpha(\Omega_r^2)$ за критерієм	
Мозеса-Смирнова.....	127
Додаток Д. Коефіцієнти розподілу Пірсона.....	128
Додаток Е. Коефіцієнти розподілу Стьюдента.....	130
Додаток Ж. Коефіцієнт розподілу Колмогорова.....	131
Додаток З. Значення максимального відносного відхилення τ_α за різної кількості спостережень.....	131