

389
J-72

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

**INSTRUMENTATION AND GENERAL
PRINCIPLES OF SENSORS**

Part 1

**Харків
2018**

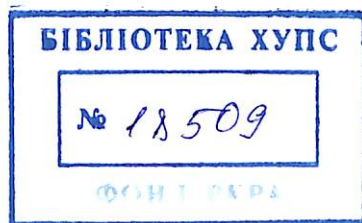
389
T-72

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

INSTRUMENTATION AND GENERAL PRINCIPLES OF SENSORS

Part 1

Навчальний посібник



Харків
2018

УДК 206.91:621.317(075.8)

I-69

*Рекомендовано до друку вченою радою
Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
(протокол № 3 від 28.03.2018)*

Автори: В. Б. Кононов (розд. 1.1 – 1.4); А. М. Науменко (розд. 2.2);
О. В. Коваль (розд. 1.5 – 1,7); Л. О. Фадєєва (розд. 1.8);
Ю. П. Шамаєв (розд. 1.9 – 1.14); В. Ю. Запека (розд. 2.1).

Рецензенти: О. В. Гайдачук, професор, доктор технічних наук;
С. І. Кондрашов, професор, доктор технічних наук;

I-69 **Instrumentation and general principles of sensors:** навч. посіб. /
В. Б. Кононов, А. М. Науменко, О. В. Коваль та ін. – Х. :
ХНУПС, 2018. – 64 с.

Foundation of theoretical positions which are needed at the study of disciplines of
«Basis of metrology and electric measurings», «Bases of metrology and
standardization».

У навчальному посібнику викладені основи теоретичних положень, що
необхідні при вивченні дисциплін «Основи метрології та електричних
вимірювань». «Основи метрології та стандартизації».

УДК 206.91:621.317(075.8)

© Кононов В. Б., Науменко А. М., Коваль О. В.,
Фадєєва Л. О., Шамаєв Ю. П., Запека В. Ю., 2018

© Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2018

CONTENT

PREFACE.....	5
INTRODUCTION.....	7
Chapter 1. MEASUREMENT INSTRUMENTATION.....	12
1.1. General introduction and definitions	12
1.2. The historical aspects of measurement.....	12
1.3. Terminology: measurement, instrumentation and metrology.....	14
1.4. MIM interactions: measurement-instrumentation-metrology.....	15
1.5. Instrumentation.....	16
1.6. Is a classification of instruments possible?.....	17
1.7. Instrument modeling.....	21
1.7.1. Model of a measurement instrument.....	22
1.7.2. Load effects.....	23
1.7.3. Estimating load effects.....	23
1.7.4. Effort and flow variables.....	24
1.7.5. Features and operating points of a system.....	25
1.7.6. Generalized impedance.....	27
1.7.7. Determining the load effect.....	28
1.7.8. Measurement with a car battery.....	29
1.7.9. Determining impedances.....	31
1.7.10. Generalized admittance.....	31
1.8. Characteristics of an instrument.....	31
1.8.1. Components of static transfer functions.....	32
1.8.2. Dynamic characteristics.....	33
1.8.3. Instrument performance.....	33
1.8.4. Combining transfer functions.....	33
1.9. Implementing measurement acquisition.....	34
1.9.1. Principles and methodology of measurement.....	34
1.9.2. Field measurement constraints: instrumentation on the road...	36
1.10. Analyzing measurements obtained by an instrument.....	37
1.10.1. Error reduction.....	37
1.10.2. Base definitions.....	37
1.11. Partial conclusion.....	38
1.12. Electronic instrumentation.....	38
1.13. Electronic instrumentation functionality.....	41
1.13.1. Programmable instrumentation.....	42
1.13.2. Example of an electronic instrument: how a piezoelectric sensor detects rattle in an internal combustion engine.....	43

1.14. The role of instrumentation in quality control.....	44
1.15. Conclusion.....	45
1.16. Appendix.....	46
Answer the following questions.....	48
DICTIONARY for Chapter 1.....	49
BIBLIOGRAPHY FOR CHAPTER 1.....	49
Chapter 2. GENERAL PRINCIPLES OF SENSORS.....	51
2.1. General points.....	51
2.1.1. Basic definitions.....	51
2.1.2. Secondary definitions.....	52
2.2. Metrological characteristics of sensors.....	53
2.2.1. Systematic errors.....	53
2.2.2. Random uncertainties.....	54
2.2.3. Analyzing random errors and uncertainties.....	54
2.2.3.1. Evaluating random uncertainties. Standard deviations	
Variances.....	55
2.2.3.2. Decisions about random uncertainties.....	57
2.2.3.3. Reliability, accuracy, precision.....	58
2.3. Sensor calibration.....	59
2.3.1. Simple calibration.....	60
2.3.2. Multiple calibration.....	60
2.3.3. Linking international measurement systems.....	60
Answer the following questions.....	61
DICTIONARY for Chapter 2.....	61
BIBLIOGRAPHY FOR CHAPTER 2.....	62