

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В. Н. КАРАЗІНА

**С. О. Погарський**  
**Д. В. Майборода**

# **АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НВЧ І КВЧ ЕЛЕМЕНТІВ**

Навчальний посібник  
для студентів фізичних спеціальностей

Харків – 2020

УДК 621.317.1(075.8)

П-43

**Рецензенти:**

**С. Л. Просвірнін** – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу теоретичної радіофізики Радіоастрономічного інституту НАН України;

**В. О. Маслов** – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри квантової радіофізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 5 від 24.02.2020 р.)*

**Погарський С. О.**

П-43

Автоматизоване вимірювання параметрів НВЧ і КВЧ елементів : навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 140 с.

**ISBN 978-966-285-661-3**

У навчальному посібнику розглядаються питання планування експерименту, особливості НВЧ і КВЧ діапазонів частот, питання, пов'язані з похибками вимірювань, класичні методи вимірювання параметрів функціональних елементів у НВЧ і КВЧ діапазонах, автоматизовані методи вимірювання параметрів.

Для студентів й аспірантів фізичних спеціальностей, які проводять фізичні експерименти.

Іл. 60, табл. 7, бібл. 30 назв.

**УДК 621.317.1(075.8)**

ISBN 978-966-285-661-3

©Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2020

© Погарський С. О., Майборода Д. В., 2020

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2020

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
ЧАСТИНА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	6
1. ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ .....	6
1.1. Вимірювання фізичних величин .....	8
1.2. Діапазони НВЧ і КВЧ. Особливості НВЧ трактів .....	11
2. ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ .....	20
2.1. Типи похибок вимірювань .....	20
2.2. Випадкові величини та їхні характеристики .....	22
2.3. Сумарна похибка вимірювань .....	28
2.4. Похибка непрямих вимірювань .....	29
2.5. Врахування похибки в записі кінцевого результату вимірювання .....	31
2.6. Лінеаризація даних .....	32
2.7. Метод найменших квадратів .....	32
2.8. Визначення необхідного числа вимірювань .....	36
3. КЛАСИЧНІ МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ У НВЧ ДІАПАЗОНІ .....	39
3.1. Методи вимірювання коефіцієнта стоячої хвилі по напрузі .....	39
3.2. Методи вимірювання загасання .....	44
4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ У НВЧ ДІАПАЗОНІ .....	49
4.1. Принцип роботи, калібрування й вимірювання параметрів з використанням приладів типу P2 .....	49
4.2. Автоматизоване вимірювання параметрів НВЧ елементів .....	57
ЧАСТИНА 2. СПЕЦІАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ .....	68
Лабораторна робота № 1. Коаксіальна лінія й елементи на її основі .....	68
Лабораторна робота № 2. Направлений розгалужувач Бете .....	81
Лабораторна робота № 3. Смуго-пропускаючий фільтр на прямокутному хвилеводі .....	90
Лабораторна робота № 4. Дослідження параметрів резонаторної камери на основі прямокутного хвилеводу .....	97
Лабораторна робота № 5. Дослідження параметрів неоднорідностей щілинного типу в мікросмужкових трактах .....	111
Лабораторна робота № 6. Дослідження параметрів неоднорідностей мікросмужкового типу в трактах на основі діелектричних хвилеводів .....	118
Лабораторна робота № 7. Вимірювання діелектричної проникності речовин .....	126
Предметний покажчик .....	137