

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НАН УКРАЇНИ**

*Затверджено на засіданні Вченої ради
Інституту електродинаміки НАН України
Протокол № 7 від 14 червня 2018 р.*

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО
ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобуття ступеня доктор філософії**

**З ГАЛУЗІ ЗНАНЬ 15 - Автоматизація та приладобудування
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна
техніка**

Автори: д.т.н., проф. Мислович М.В.; д.т.н., с.н.с. Мельник В.Г.; д.т.н. с.н.с.
Левицький А.С.; д.т.н., с.н.с. Тесик Ю.Ф.; к.т.н., с.н.с. Зайцев Є.О.

Розділ 1

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Фізичні величини. Розмір фізичної величини, одиниця фізичної величини, системи фізичних величин, значення фізичної величини, ентропія фізичної величини.

Вимірювання. Поняття вимірювання та вимірювальної інформації, вимірювальні сигнали та їх перетворення, форми вимірювальної інформації, поняття результату та похибки вимірювання; принцип, метод, режим, алгоритм і процес вимірювань; методики виконання вимірювань; лічба, контроль, розпізнавання образів, діагностика стану об'єктів та їх зв'язок з вимірюванням. Класифікація вимірювань: прямі, посередні, сукупні та сумісні; абсолютні та відносні, аналогові та цифрові; звичайні та статистичні. Класифікація методів вимірювання: компенсаційний, протиставлення, заміщення, збігу, диференціальний, нульовий.

Основи теорії похибок. Класифікація похибок (абсолютні, відносні та зведені; випадкові та систематичні). Поняття про закони розподілу похибок. Числові характеристики, точкові та інтервальні оцінки. Кореляційні та спектральні характеристики. Оцінювання похибок засобів вимірювання на стадії проектування.

Основні положення теорії вимірювальних сигналів. Вимірювальні сигнали. Класифікація вимірювальних сигналів. Моделі вимірювальних сигналів. Перетворення вимірювальних сигналів. Класифікація перетворень вимірювальних сигналів. Дискретизація сигналів. Критерії вибору розміру кроку дискретизації. Адаптивна дискретизація. Похибка дискретизації. Квантування сигналів. Похибка квантування. Відтворення неперервних сигналів. Функція відліків та відновлення сигналів. Інтерполювання та екстраполювання при відновленні сигналів.

Модуляція. Модуляція гармонічного носія. Модуляція періодичної послідовності імпульсів. Поняття кодо-імпульсної модуляції.

Детектування. Поняття, особливості та види детектування сигналів. Синхронне детектування.

Цифрове кодування. Види кодів, що застосовуються в ІВТ. Завади та завадостійкість. Види, моделі та характеристики завад. Дискретні перетворення сигналів. Пряме та зворотне зет-перетворення. Швидке перетворення Фур'є. Wavelett (вейвлет) перетворення сигналів. Цифрова фільтрація сигналів. Фільтрування дискретних сигналів. Усереднення цифрових сигналів із

врахуванням вагових коефіцієнтів. Методологія застосування нейтронних мереж у інформаційно-вимірювальній техніці.

Теорія вимірювальних кіл. Склад, класифікація та структурний аналіз вимірювальних кіл. Характеристики вимірювальних кіл. Оптимізація характеристик вимірювальних кіл.

Розділ 2

ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ

Класифікація засобів вимірювань: міри, перетворювачі, прилади, установки, системи. Основні характеристики засобів вимірювань. Класифікація вимірювальних приладів. Способи подання границь допустимих похибок засобів вимірювань. Класи точності. Структура засобів вимірювань. Параметри засобів вимірювань. Параметри засобів вимірювань, діапазон показів, межі та діапазон вимірювань. Характеристики перетворення: статичні та динамічні, імпульсна, перехідна, передавальна функція, частотна характеристика. Надійність та її характеристики.

Електромеханічні та електронні аналогові прилади, компенсатори та мости, цифрові засоби, засоби вимірювання із вбудованими мікропроцесорами.

Розділ 3

ЕЛЕКТРИЧНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

Загальні питання перетворювачів. Функція перетворення вимірювального перетворювача (ВП). Коефіцієнт перетворення. Вхідні та вихідні характеристики ВП. Зведення похибок до входу та виходу ВП. Основні джерела похибок ВП. Структурні методи підвищення точності ВП. Корекція систематичних похибок ВП. Корекція динамічних похибок ВП. Первинні ВП фізичних величин.

Магнітоелектричні ВП. Резистивні ВП. Індуктивні ВП. Ємнісні ВП. Магнітострикційні ВП. П'єзоелектричні ВП. Гальваноманітні ВП. Магнітооптичні ВП. Фотоелектричні ВП. Квантові ВП. Теплові ВП. Іонізаційні ВП. Електрохімічні ВП. Індукційні ВП.

Електронні аналогові пристрої. Операційні підсилювачі (ОП) та їх характеристики. Масштабуючі вимірювальні перетворювачі на базі ОП. Випрямні ВП на основі ОП. Перетворювачі R, L, C параметрів в електричні сигнали на основі ОП. Комутаційні пристрої. Модуляційні пристрої. Джерела стабілізованого живлення. Генератори. Аналогові пристрої виконання арифметичних операцій; додавання, віднімання, множення, ділення, квадратування, логарифмування, експоненціювання, диференціювання, інтегрування. Вибіркові та широкосмугові вимірювальні RC, RL підсилювачі.

Аналогові фільтри. Пасивні RC фільтри. Активні RC фільтри. Розрахунок параметрів фільтрів. Цифрові фільтри.

Аналого-цифрові (АЦП) та цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП). Основні параметри ЦАП і АЦП. Різновиди АЦП. АЦП з паралельним перетворенням. АЦП порозрядного зрівноваження. АЦП інтегруючого перетворення. АЦП з комбінованим перетворенням. Похибки АЦП і ЦАП. Функціональні АЦП. Перетворення частоти імпульсів в числове значення. Основні методи перетворення постійної напруги в числове значення. Перетворення змінної напруги в числове значення. Перетворення числового значення в напругу (струм).

Елементи цифрових вимірювальних пристроїв. Логічні елементи, їх класифікація та характеристики. Лічильники. Регістри. Суматори. Дешифратори. Арифметично-логічні пристрої. Мультиплексори. Демультимплексори. Пристрої пам'яті. Мікропроцесорні вузли. Пристрої керування. Пристрої перетворення числових величин. Інтерфейси. Синтез цифрових пристроїв.

Електричні вимірювальні перетворювачі. Додаткові резистори. Шунти. Подільники напруги. Вимірювальні трансформатори.

Розділ 4

ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Підготовка та виконання вимірювального експерименту. Загальні відомості про планування вимірювального експерименту. Вибір методів та засобів вимірювань у відповідності з необхідною точністю й умовами виконання вимірювань. Організація робочого місця й виконання вимірювань. Опрацювання результатів експерименту: при однократних і багатократних з однаковою та неоднаковою похибкою вимірювання, прямих і непрямих вимірюваннях. Оцінка середньоквадратичного відхилення результату вимірювання, перевірка гіпотез про закон розподілу, числові характеристики. Методи виключення систематичної складової похибки. Форми подання результатів вимірювань.

Вимірювання постійного та змінного струмів і напруг, потужності, енергії, коефіцієнта потужності, кількості електрики, опору постійному струмові, параметрів електричних кіл змінного струму, частоти, різниці фаз, параметрів імпульсних електричних сигналів.

Забезпечення єдності та потрібної точності вимірювань. Метрологія. Поняття метрологічного забезпечення. Випробовування засобів вимірювання. Еталони одиниць фізичних величин (класифікація еталонів, передавання розмірів одиниць фізичних величин). Державна система забезпечення єдності вимірювань. Система метрологічного контролю, її функції та складові частини.

Розділ 5

ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНИХ ВЕЛИЧИН

Вимірювання параметрів магнітного поля. Магнітні величини. Одиниці магнітних величин. Вимірювання магнітного потоку постійного магнітного поля. Вимірювання індукції та напруження постійного магнітного поля. Вимірювання магнітного потоку, індукції та напруження змінного магнітного поля. Вимірювання параметрів неоднорідних магнітних полів. Прилади для вимірювання параметрів магнітного поля: магнітометри, потенціалометри, градієнтметри.

Визначення характеристик магнітних матеріалів. Основні характеристики магнітних матеріалів. Намагнічувальні пристрої та досліджу вальні взірці. Визначення основної та гістерезисної кривих намагнічування взірців. Коерцитиметри. Прилади для дослідження пара-та діамагнітних матеріалів. Визначення динамічних характеристик магнітних матеріалів. Компенсаційний і мостовий методи визначення магнітних характеристик. Осцилографічний метод. Вимірювання втрат в феромагнітних матеріалах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Орнатський П. П. Вступ до методології науки про вимірювання: навчальний посібник. Київ:Київський політехнічний інститут, 1994. 160 с.
2. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. Київ: Вища школа, 1983. 455 с.
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1985. 248 с.
4. Полищук Е.С. Измерительные преобразователи. Київ: Вища школа, 1984. 296 с.
5. Токхейм Р. Основы цифровой техники. Москва: Мир. 1988. 392 с.
6. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория й применение цифровой обработки сигналов. Москва: Мир, 1978. 848с.
7. Электрические измерения электрических й неэлектрических величин. / Подред. Е.С. Полищука. Київ: Вища школа, 1984. 359 с.
8. Орнатский П.П. Автоматические измерения й приборы (аналоговые й цифровые). Київ: Вища школа, 1986. 504 с.
9. Володарський Є.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2008. 308 с.
10. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие. /Под ред. Н.Н. Евтихиева. Москва: Энергоатомиздат, 1990. 352с.
11. Шрюфер Е. Обробка сигналів: цифрова обробка дискретизованих сигналів. Київ: Либідь, 1992. 296 с.
12. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. Москва: Мир,1992.184 с.

13. Randy K. Wavelet theory and its applications. New Jersey: Randol Publishers, 1992. 223 с.
14. Шрамков Е.Г. Электрические измерения. Москва: Госэнергоиздат, 1973. 520 с.
15. Левицький А.С., Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою емнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. 242 с.
16. Бабак С.В., Мыслович М.В., Сысак Р.М. Статистическая диагностика электротехнического оборудования. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2015. 456 с.
17. Теоретичні основи інформаціо-вимірювальних систем: Підручник /Бабак В.П., Бабак С.В., Єременко В.С., Куц Ю.В., Щербак Ю.В., за ред. чл.-кор. НАН України Бабака В.П. / 2-е вид. перероб. і доп. – К.: Університет новітніх технологій НАУ, 2017. – 496 с.
18. Бабак В.П., Єременко В.С., Куц Ю.В., Мислович М.В., Щербак Ю.В. Моделі та міри у вимірюваннях. - за ред. чл.-кор. НАН України Бабака В.П. – К., Наукова думка, 2018. – 208 с.
19. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Електричні кола. Ч1. навч. посіб. Київ: ТОВ "Лазурит-Поліграф", 2011. –384 с.
20. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Ч2. навч. посіб. Київ: Наш Формат: 2013. 458с.
21. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Ч. 3. Мікропроцесорна і комп'ютерна техніка: навч. посіб. Київ: Наш Формат, 2016. 288 с.
22. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин. Измерительные преобразователи: Учеб. пособие. Ленинград: Энергоиздат, 1983. 320 с.
23. Малиновский Б.Н., Володарский В.Т. Планирование и организация эксперимента. Киев: Вища школа, 1987. 280 с.
24. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 5.06.2014 р. № 1314- VII. Дата оновлення: 15.01.2015. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>. (дата звернення: 28.03.2018)
25. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. Київ: Держспоживстандарт України, 1994. 68 с.
26. ДСТУ 2708:2006. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
27. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник/ В.В.Кухарчук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 522 с.
28. Гукасов А.С., Резвов Ю.Г. Физические основы измерений: конспект лекций. Новомосковск: РХТУ им. Менделеева, 2008. 54 с.
29. Походило Є. В., Хома В. В. Вимірювачі CLR з перетворенням «імітанс — напруга». Львів: Львівська політехніка, 2011. 292 с.
30. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2006. 592 с.

31. Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник : у 2 т. Т. 1 : Основи метрології / за ред.: Б. Стадника. Львів: «Львівська політехніка», 2005. 532 с.

32. Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник : у 2 т. Т. 2 : Вимірювальна техніка / за ред.: Б. Стадника. Львів: «Львівська політехніка», 2005. 656 с.

33. Дорожовець М. Опрацювання результатів вимірювань: навч. посібник. Львів: «Львівська політехніка», 2007. 624 с.

34. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник/ Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2013, Т.1. 236 с.

35. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник/ Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2015, Т.2. 268 с.

Додатковий

36. Обозовський С.С. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальної техніки (Загальні поняття та теорія похибок). Київ.: НМК ВО, 1991. -222 с

37. Обозовський С.С. Практикум з теоретичних основ інформаційно-вимірювальної техніки. Львів: ЛПІ, 1987. 87 с.

38. Обозовський С.С. Елементи теорії многочленних похибок засобів вимірювань. Львів: ЛПІ, 1981. 89с.

39. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання: монографія. Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2002. 176 с.

40. ICGM 200:2008. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM) Joint Committee on Guides for Metrology (ICGM), 2008.