

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКТ З ТЕОРЕТИЧНОЇ
ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА МЕТРОЛОГІЇ**

Грабко В.В., ректор, Вінницький національний технічний університет,
ел. адреса: grabko@vntu.edu.ua

Кухарчук В.В., завідуючий кафедрою теоретичної електротехніки та електричних вимірювань, Вінницький національний технічний університет,
ел. адреса: bkuch@ukr.net

Кучерук В.Ю., завідуючий кафедрою метрології та промислової автоматики, Вінницький національний технічний університет,
ел. адреса: vladimir.kucheruk@gmail.com

Сучасна енергетика постійно вдосконалюється: поряд з традиційними джерелами енергії потужно розвиваються відновлювальні (нетрадиційні) джерела, до яких відносять малі ГЕС, сонячні батареї, вітрові електростанції та ін. До цього часу ще не вирішеною є проблема сумісності нетрадиційної і традиційної енергетики. Не врахування особливостей організації таких джерел в єдину енергетичну систему може привести до значних втрат електроенергії.

Тому важливим є навчання майбутніх електротехніків новим підходам до створення та узгодження таких систем і постійного контролю за основними їхніми параметрами, що і є основними завданнями таких загально інженерних нормативних дисциплін, як теоретична електротехніка та метрологія.

Отже, виникає необхідність у таких підручниках, в яких крім традиційних (класичних) розглядалися ще і такі питання: нові підходи до розрахунку електричних кіл; моделювання електричних кіл в середовищі інформаційних технологій; проведення лабораторних занять, які мають дослідницький характер: традиційно на лабораторних стендах і шляхом комп'ютерного моделювання з наступним оцінюванням адекватності моделі; знання студентами цифрових і мікропроцесорних засобів вимірювань; архітектура побудови та метрологічне забезпечення систем вібромоніторингу, автоматизованого контролю і обліку електричної енергії, автоматизованого контролю температури, рівня, биття і та інші.

Досить важливим є володіння сучасними мікропроцесорними засобами вимірювання таких неелектричних величин, як кут повороту, кутова швидкість та прискорення, скозання, момент інерції, динамічний момент, обертальний момент та ін. В існуючій навчальній літературі данні питання практично не висвітлені.

Метою роботи є підвищення ефективності та якості підготовки фахівців з електротехніки та електромеханіки шляхом приведення до відповідності міжнародним освітянським стандартам знань і умінь з теоретичної електротехніки та метрології з максимальним наближенням лекційних і лабораторних занять та самостійної роботи студентів до конкретних інженерних завдань електроенергетичних підприємств.

Науковою новизною розробки є концепції інноваційного розвитку університетської освіти в галузі електротехніки та електромеханіки, що передбачає пріоритетну практичну спрямованість в реалізації наскрізного підходу у навчанні:

- Авторами вперше розроблена методологія в якій через відомі методи розкривається і описується сутність та закономірності власне розвитку процесу розв'язування прикладних задач з теорії лінійних електричних кіл в поєднанні з ефективними формами донесення напрацьованих взаємопов'язаних методик, способів і прийомів до читача;

- Удосконалено за формою і змістом методологію проведення занять, які мають дослідницький характер (традиційно на лабораторних стендах і шляхом комп'ютерного моделювання з наступним оцінюванням адекватності моделі), що дозволило інтенсифікувати та підвищити якість проведення лабораторних та практичних занять;

- Розроблена концепція викладення навчального матеріалу, яка дозволила поєднати фундаментальну наукову та практичну спрямованість навчання з можливостями розвитку самостійної творчої роботи студента, що відповідає вимогам Вищої школи та Болонського процесу;

- Вперше на доступному рівні висвітлено структурно-алгоритмічну організацію мікропроцесорних засобів вимірювань електричних та неелектричних фізичних величин, що особливо важливо для спеціалістів в галузі електротехніки та електромеханіки (частота, фаза, сила струму, напруга, потужність, кут повороту, кутова швидкість, кутове прискорення, момент інерції ротора, динамічний момент, ковзання асинхронних машин, температура);

- Вперше введено поняття інструментальної та методичної складових вірогідності контролю, розкрито методики їх оцінювання при одно параметричному та багато параметричному контролі;

- Вперше в навчальній літературі наведено конкретні приклади інформаційно-вимірювальних систем, розроблених авторами та впроваджених на гідроелектростанціях: система вібромоніторингу гідроагрегатів; система автоматизованого контролю полюсних обмоток гідрогенераторів, система автоматизованого контролю і обліку електричної енергії; системи технічної діагностики параметрів асинхронних машин. Наявність таких знань дозволить студентам досить швидко адаптуватися на виробництві і на високому рівні їх обслуговувати та здійснювати модернізацію.

- Вперше в навчальній літературі виконано порівняльний аналіз двох підходів щодо оцінювання характеристик точності вимірювань – підхід, що використовується при оцінюванні характеристик похибок вимірювань у нормативних документах України з метрології в галузі забезпечення єдності вимірювань та підхід, що використовується при оцінюванні характеристик невизначеностей вимірювань в Рекомендації INC I (1980) «Вираження експериментальних невизначеностей» та міжнародному стандарті ISO/IEC Guide 98-1:2009 «Uncertainty of measurement».

- Вперше описано підхід до оцінювання динамічної невизначеності вимірювання з використанням нестатистичного методу, дано означення ди-

намічної невизначеності, описано алгоритм вираження комбінованої невизначеності при динамічних вимірюваннях та розглянуто приклади оцінки динамічної невизначеності засобу вимірювання.

- Вперше наведено експериментальну методику до оцінювання результатів невизначеності випробувань на конкретних прикладах при визначені об'ємної частки бензолу в газоаналізаторах. Застосування робастних методів наочно подано на прикладі оцінювання повторюваності результатів випробувань. Оригінальним є приклад використання абсолютного медіанного відхилення при оцінюванні відтворюваності методики лабораторних випробувань.

- Вперше в навчальній літературі розглядаються питання оцінювання точності результатів лабораторних випробувань. Показані обмеження застосування модельного підходу, обґрунтовано необхідність використання експериментального підходу при оцінюванні точності лабораторних результатів, який базується на нормованих значеннях дисперсії відтворюваності та повторюваності результатів лабораторних випробувань. Показано особливості застосування робастних методів для вибіркового даних обмеженого об'єму. Приводиться методика використання абсолютного медіанного відхилення при оцінюванні точності результатів випробування.

- Вперше детально викладається застосування ортогональних поліномів Чебишева для побудови залежностей за даними пасивного експерименту, що дозволяє уточнювати рівняння моделі без додаткових даних. Обґрунтовано ефективність застосування кореляційної функції при обробці сигналів, що спотворені завадами, наведено послідовні та паралельно-послідовні алгоритми обчислення автокореляційної функції, наводяться приклади їх застосування в вимірювальних технологіях.

- Вперше введено поняття «еквівалентний інтервал зсуву», що є інтегральною характеристикою впливу систематичної похибки засобу вимірювань. Встановлено залежність вірогідності контролю від співвідношення її складових, що в результаті дозволяє вибирати засоби вимірювання з нормованими метрологічними характеристиками при проектуванні систем автоматизованого контролю. Запропоновано методи підвищення вірогідності контролю при прямих та опосередкованих вимірюваннях контрольованого параметра та їх структурно-алгоритмічну організацію. Як результат, наводяться аналітичні залежності вірогідності контролю від параметрів закону розподілу контрольованої величини та значення допускового інтервалу, що в подальшому використовується для проектування засобів контролю.

Таким чином, навчально-методичний комплект підручників і навчальних посібників під загальною назвою «Теоретична електротехніка та метрологія» охоплює всі підрозділи відповідних нормативних дисциплін з електротехніки та метрології, враховує багатофункціональність взаємозв'язків усіх об'єктів сучасної електротехніки і метрології.

Науковою платформою, що поєднує в одне ціле теоретичну електротехніку і метрологію є філософія. Теоретична електротехніка базується на теоретичних (гіпотеза, теорема, аналіз, синтез, індукція, дедукція), а метрологія

на експериментальних (спостереження, лічба, вимірювання, контроль, діагностика) методах пізнання, які не суперечать один одному, а лише доповнюють і розвивають. Наука починається там, де починаються вимірювання.

Тому застосування даного НМК в навчальному процесі технічних університетів створює необхідну навчально-методичну базу для підготовки бакалаврів, магістрів, PhD фахівців нової формації, обов'язковою умовою якої є філософський, з точки зору пізнання, розгляд означених вище фундаментальних дисциплін.

Література

1. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими та розподіленими параметрами : підручник / [Ю.О. Карпов, С.Ш. Кацев, В.В. Кухарчук, Ю.Г. Ведміцький]; під ред. проф. Ю.О. Карпова – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 326 с.
2. Теоретичні основи електротехніки. Перехідні процеси в лінійних колах. Синтез лінійних кіл. Електричні та магнітні нелінійні кола : підручник / [Ю.О. Карпов, Ю.Г. Ведміцький, В.В. Кухарчук, С.Ш. Кацев]; за ред. проф. Ю.О. Карпова – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 456 с.
3. Карпов Ю.О., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле : Підручник / під ред. проф. Ю.О. Карпова – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 338 с.
4. Кухарчук В.В., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т., Грабко В.В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник / [В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський, В.В. Грабко] – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2011. – 538 с.
5. Основи теорії невизначеності вимірювань: підручник / О.М.Васілевський, В.Ю.Кучерук, Є.Т.Володарський. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 230с.
6. Карпов Ю.О., Кацев С.Ш., Кухарчук В.В. Теоретичні основи електротехніки. Комп'ютерні розрахунки та моделювання лінійних електричних кіл : навчальний посібник / [Ю.О. Карпов, С.Ш. Кацев, В.В. Кухарчук] – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – 210 с.
7. Карпов Ю.О., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В. та інші. Теоретичні основи електротехніки. Задачі та приклади розрахунку лінійних електричних кіл : навчальний посібник / [Ю.О. Карпов, Ю.Г. Ведміцький, В.В. Кухарчук та ін.] – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016.–345 с.
8. Кошева Л.О., Буриченко М.Ю. Метрологія біомедичної апаратури: навчальний посібник /Л.О.Кошева, М.Ю. Буриченко.– К: НАУ, 2016.–168 с.
9. Володарський Є.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних: навчальний посібник. – К.: НАУ, 2008. –308с.
10. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 219с.