

## Силабус

По вивченню дисципліни  
«Методи автоматизації вимірювань й експериментальних досліджень»  
 для аспірантів, спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»,  
 Інституту електродинаміки НАН України

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Директор інституту електродинаміки НАН України**  
**д.т.н., проф., академік НАН України**



*(Handwritten signature)*

**О.В. Кириленко**

" 29 " *серпня* 2023

1) Назва дисципліни: Методи автоматизації вимірювань й експериментальних досліджень		2) Шифр за ОПІ: ПВ2		
3) Карта дисципліни дійсна протягом навчального року: 2023/2024				
4) Освітній рівень: третій рівень вищої освіти (доктор філософії)				
5) Форма навчання: денна, заочна				
6) Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»				
7) Спеціальність: 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»				
8) Компонента спеціальності: вибіркова				
9) Семестр: 4				
10) Цикл дисципліни: дисципліна загальної підготовки				
11) Викладачі (розробники карти): д.т.н., ст.н.с. Тесик Ю.Ф.				
12) Мова навчання: українська				
13) Необхідні ввідні дисципліни: Вища математика, фізика, теорія інформаційно-вимірювальної техніки, статистична обробка інформаційних сигналів.				
14) Мета курсу: Метою дисципліни є вивчення принципів побудови та використання методів, приладів і систем контрольно-вимірювальних приладів, ознайомити з їх технічними параметрами і методами вимірювання, проведення експериментів, засобами підключення контрольно-вимірювальних приладів до керуючого компютеризованої системи контролю, моніторингу та/або діагностування енергетичних об'єктів, програмними засобами для проведення експерименту й обробки і представлення отриманих результатів. В результаті вивчення даної навчальної дисципліни здобувач ступеня доктора філософії має отримати поглибленні знання з існуючих методів автоматизації вимірювань й експериментальних досліджень.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
1	ПРН 5. Знання і розуміння основних понять теорії вимірювань, їх застосування на практиці та при комп'ютерному моделюванні об'єктів та явищ	Обговорення під час занять, тематичне дослідження, опитування, тести	Лекції, практичні заняття	ЗК04, ЗК06

2	ПРН 14. Уміння оцінювати вплив інформаційно-вимірювальної техніки та наслідків метрологічної діяльності на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження, опитування, тести	Лекції, практичні заняття	ЗК01 ФК02 ФК03 ФК06 ФК07
3	ПРН 16. Вміння застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекції, практичні заняття	ЗК03 ЗК10 ФК01 ФК04 ФК05 ФК08 ФК09 ФК10

#### 16) Форми занять та їх тривалість (кількість годин)

Лекція	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота аспіранта
28	16	-	-	76

**Зміст: (окремо для кожної форми занять - Л/Пр/Лаб/ КР/СР)**

#### **Лекція:**

Модуль 1. Вимірювання фізичних величин електронними приладами

**Тема лекції 1.** Вступ. Історичний розвиток електровимірювальних приладів. Моноблочні, блочно-модульні, вбудовані та інтерфейсні електровимірювальні прилади. Основні переваги та недоліки різних типів електровимірювальних приладів. Практичні та фінансово-економічні передумови еволюції сучасного експериментального обладнання.

**Тема лекції 2.** Електричні вимірювання фізичних величин. Методи перетворення фізичних величин в електричні сигнали (струм, напругу, частоту). Будова, принцип роботи та характеристики сучасних аналого-цифрових і цифро-аналогових перетворювачів.

**Тема лекції 3.** Метрологічні характеристики електровимірювальних приладів. Точність вимірювання параметрів електричних сигналів. Методи підвищення чутливості та роздільної здатності аналого-цифрових перетворювачів. Перетворення струму/напруги в частоту або ширину імпульсів. Переваги вимірювання часових- над амплітудними значеннями електричних сигналів.

**Тема лекції 4.** Використання комп'ютерної техніки для автоматизації фізичного експерименту. Особливості застосування персональних ЕОМ у фізичному експерименті. Методи введення-виведення інформації в мікропроцесорних системах. Переваги та недоліки різних методів підключення електровимірювальних приладів до керуючого комп'ютера

Модуль 2. Інтерфейси вимірних систем

**Тема лекції 1.** Інтерфейси вимірних систем. Спеціалізовані та модульні системи збору даних. Апаратна реалізація багатоканальних вимірювальних систем. Інтерфейси RS-232, IEEE-488, USB, ISA, КАМАК.

**Тема лекції 2.** Програмні засоби автоматизації фізичного експерименту. Загальні питання програмування систем обробки даних. Значення розвиненого інтерфейсу ЕОМ – користувач. Сучасні строкові, квазіграфічні та графічні середовища автоматизації фізичного експерименту. Програмування в графічному середовищі LabVIEW.

**Тема лекції 3.** Обробка експериментальних даних. Інтерполяція та екстраполяція експериментальних даних. Статистична обробка результатів експерименту, розрахунок помилок. Апроксимація даних. Візуалізація результатів експерименту, 2D та 3D графіки. Програми обробки та представлення експериментальних даних (MS Excel, ORIGIN, Sigma Plot, GNU Plot, Table Curve, Surfer, Grapher).

**Тема лекції 4.** Перспективи розвитку систем автоматизації фізичного експерименту. Сучасні малогабаритні інтегровані вимірні системи. Digilent Analog Discovery 2, OpenScope, OpenLogger, Analog Devices ADALM1000, ADALM2000, EVAL-ADICUP360, Spectruino. Програма – як вимірний прилад.

#### Практичні заняття:

1	Дистанційне керування smart вимірювальними первинними перетворювачами фізичних величин з використанням інтерфейсу RS-232
2	Програмування приладів з інтерфейсом IEEE-488
3	Практичне дослідження метрологічних характеристик п'єзоелектричного перетворювача
4	Обробка експериментальних даних в MS Excel
5	3D візуалізація температурно-частотних залежностей діелектричної проникності в ORIGIN
6	Дослідження спектрів шумоподібних сигналів.
7	Автоматизація вимірювання контрольно-діагностичних параметрів енергетичного обладнання в графічному середовищі LabVIEW
8	Приклади реалізації сучасних методів аналізу сигналів в середовищі в LabView.

#### Самостійна робота:

1. Цілі і задачі навчальної дисципліни. Загальні питання моделювання.
2. Моноблочні, блочно-модульні, вбудовані та інтерфейсні smart вимірювальні первинні перетворювачі фізичних величин для визначення контрольно-діагностичних параметрів енергетичного обладнання
3. Попередня обробка інформаційних сигналів під час проведення експерименту.
4. Методи підвищення чутливості та роздільної здатності вимірювальних перетворювачів.
5. Інтерфейси RS-232.
6. Інтерфейси IEEE-488.
7. Інтерфейси USB.
8. Основи роботи в ORIGIN.
9. Обробка даних в Microsoft Excel.
10. Програмування в графічному середовищі LabVIEW.
11. Побудова оцінок характеристик інформаційних сигналів на основі експериментальних даних .
12. Порівняння експериментальних даних з отриманими даними на основі аналітичних виразів в програмі Origin.

17) **Залік: Так.**

### 18) Основна література:

1. *Володарський Є.Т., Кошева Л.О.* Статистична обробка даних: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2008. 308 с.
2. 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)
3. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. Київ: Держспоживстандарт України, 1994. 68 с.
4. ДСТУ 2708:2006. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
5. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник/ В.В.Кухарчук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 522 с.
6. *Бабак В.П. та ін.* Обробка сигналів. Підручник. К.: Либідь, 1999. – 495 с.
7. Поліщук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. Підручник. Львів: Львівська політехніка. 2000. –360 с
8. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: Підручник. К.: АБУ, 2002. 480 с.
9. Крутов В.І., Грушко І.М., Попов В.В. та ін; Основи наукових досліджень: Підручник для технічних вузів / Під ред. В. І. Крутова, В. В. Попова. - М.: Вища школа, - 1989. - 400с.
10. Барабашук В.І., Креденцера Б.П., Мірошніченко В.І. Планування експерименту в техніці / Під ред. Б. П. Креденцера. К.: Техніка, 1984. 200 с.
11. Височанський Ю.М., Горват А.А., Грабар О.О., Молнар О.О., Молнар Ш.Б., Наконечний Ю.С., Феделеш В.І., Твердогільна електроніка: Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Ужгород: ІВА, 2001. 388с.
12. Горват А.А., Молнар О.О., Мінкович В.В., Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ, “Говерла”, 2019. 160 с
13. Zaitsev Ie., Levytskyi A. Hybrid electro-optic capacitive sensors for the fault diagnostic system of power hydrogenerator. Clean Generators - Advances in Modeling of Hydro and Wind Generators : монографія/ за ред. Dr. A. Ebrahimi. 185 p.: Intechopen, 2020, P. 25-42. DOI: 10.5772/intechopen.77988.
14. Горват А.А., Молнар О.О., Мінкович В.В. Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2020. 64 с.

### 19) Додаткова література:

1. ICGM 200:2008. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM) Joint Committee on Guides for Metrology (ICGM), 2008.
2. LabView: Advanced Programming Techniques, Second Edition By Rick Bitter, Taqi Mohiuddin, Matt Nawrocki, CRC Press, 2006, 520 pages.
3. A Software Engineering Approach to LabVIEW by Jon Conway, Steve Watts, National Instruments, 2003, 240 pages.
4. *Kyrylenko O., Zharkin A. and other.* Power systems research and operation: Selected Problems/ editors: Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-82926-1.
5. *Зайцев Є., Кучанський В., Гунько І.* Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановок. Вінниця: ГО «Європейська науковаплатформа», 2021. 156 с. DOI: <https://doi.org/10.36074/penereme-monograph.2021>

**20) Робоче навантаження студента, необхідне для досягнення результатів навчання**

№	Форма занять	Кількість годин аудиторні/ СРС
1.	Лекція	28/38
2.	Практичне заняття	16/38
3.	Лабораторні заняття	-
4.	КП/КР/РГР/Сам. роб.	76
5.	Форма контролю	екзамен
	Всього годин	44/76


<b>22) Сума всіх годин:</b>	120
<b>23) Загальна кількість кредитів ЕКТС</b>	4,0
<b>24) Кількість годин (кредитів ЕКТС) аудиторного навантаження:</b>	44 (1,5)
<b>25) Кількість необхідних годин (кредитів ЕКТС) СР для забезпечення аудиторного навантаження:</b>	76 (2,5)
<b>26) Кількість годин СР (кредитів ЕКТС), забезпечених навчальним планом:</b>	76 (2,5)
<b>27) Примітки:</b>	

Складено:



д.т.н., с.н.с. Ю.Ф. Тесик

**Затверджено:**  
гарант освітньо-наукової програми



М.В. Мислович