

### Силабус

По вивченню дисципліни  
«Спеціальні методи і засоби вимірювання неелектричних величин»  
 для аспірантів, спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»,  
 Інституту електродинаміки НАН України

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



*(Handwritten signature)*

**О.В. Кириленко**

" 10 " 09 2021

| <b>1) Назва дисципліни:</b> Спеціальні методи і засоби вимірювання неелектричних величин  |  | <b>2) Шифр за ОПІ:</b> ПН4                        |                           |                                       |
|---|--|---|---------------------------|---------------------------------------|
| <b>3) Карта дисципліни дійсна протягом навчального року: 2021/2022</b>  |  |   |                           |                                       |
| <b>4) Освітній рівень:</b> третій рівень вищої освіти (доктор філософії)  |  |   |                           |                                       |
| <b>5) Форма навчання:</b> денна, заочна   |  |   |                           |                                       |
| <b>6) Галузь знань:</b> 15 «Автоматизація та приладобудування»  |  |   |                           |                                       |
| <b>7) Спеціальність:</b> 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»   |  |   |                           |                                       |
| <b>8) Компонента спеціальності:</b> нормативна  |  |   |                           |                                       |
| <b>9) Семестр:</b> 3, 4   |  |   |                           |                                       |
| <b>10) Цикл дисципліни:</b> дисципліна загальної підготовки   |  |   |                           |                                       |
| <b>11) Викладачі (розробники карти):</b> Є.О. Зайцев, А.С. Левицький  |  |   |                           |                                       |
| <b>12) Мова навчання:</b> українська  |  |   |                           |                                       |
| <b>13) Необхідні ввідні дисципліни:</b> "Науково-технічні основи інформаційно-вимірвальної техніки", "Математичне моделювання в наукових дослідженнях" та "Методологія та організація наукових досліджень"  |  |   |                           |                                       |
| <b>14) Мета курсу:</b> Метою дисципліни є отримання аспірантами фундаментальних знань з науково-прикладних основ із створення засобів вимірювання неелектричних величин електричними методами, а також набуття умінь і навиків із реалізації методів підвищення точності, завадостійкості та швидкодії засобів вимірювання неелектричних величин. |  |   |                           |                                       |
| <b>15) Результати навчання:</b>   |  |   |                           |                                       |
| №   | Програмний результат навчання  | Метод перевірки навчального ефекту                | Форма проведення занять   | Посилання на програмні компетентності |
| 1   | ПРН 4. Знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань. | Обговорення під час занять, тематичне дослідження | Лекція, практичне заняття | ЗК 1, ЗК 10, ФК 2, ФК 10.             |

|   |  |   |                           |                                 |
|---|--|---|---------------------------|---------------------------------|
| 2 | 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 | Лекція, практичне заняття | ЗК 1, ЗК 4, ЗК 11, ФК 6, ФК 10. |
| 3 | ПРН 12. Володіння сучасними методами та застосованими/розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.                         | Обговорення під час занять, тематичне дослідження | Лекція, практичне заняття | ЗК 1, ЗК 10, ФК 5, ФК 8, ФК 10. |
| 4 | ПРН 16. Вміння застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірвальної техніки. | Обговорення під час занять, тематичне дослідження | Лекція, практичне заняття | ЗК 4, ЗК 10, ФК 5, ФК 10.       |

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

| Лекція         | Практичне заняття | Лабораторні заняття | Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота | Самостійна робота аспіранта |
|----------------|-------------------|---------------------|---|-----------------------------|
| Семестр 3 – 36 | Семестр 3 – 14    | -                   | -   | Семестр 3 – 26              |
| Семестр 4 - 36 | Семестр 4 – 14    |                     |   | Семестр 4 - 24              |

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

**Лекції:**

**Семестр 3**

*Модуль 1. Загальні положення та питання теорії похибок вимірвальних перетворювачів.*

Лекція 1. Основні поняття та теоретичні основи вимірювань неелектричних величин.

Лекція 2. Загальні питання теорії похибок.

Лекція 3. Методи підвищення точності засобів вимірювання неелектричних величин.

Лекція 4. Похибка лінійності та методи розширення робочого діапазону засобів вимірювання.

*Модуль 2. Принципи побудови та різновиди елементарних вимірвальних перетворювачів.*

Лекція 5. Резистивні перетворювачі.

Лекція 6. Електромагнітні перетворювачі.

Лекція 7. П'єзоелектричні перетворювачі.

**Семестр 4**

*Модуль 3. Принципи побудови та різновиди завадостійких елементарних вимірвальних перетворювачів.*

Лекція 8. Ємнісні перетворювачі.

Лекція 9. Оптикоелектричні перетворювачі.

*Модуль 4. Методи вимірювань різних фізичних величин.*

Лекція 10. Вимірювання геометричних та механічних величин.

Лекція 10. Вимірювання контрольно-діагностичних параметрів обладнання електростанцій.

**Практичні заняття****Семестр 3.**

- Практична робота № 1 «Дослідження оптичних сенсорів»  
 Практична робота № 2 «Дослідження індуктивних вимірювальних перетворювачів».  
 Практична робота № 3 «Дослідження реостатних вимірювальних перетворювачів».  
 Практична робота № 4 «Дослідження ємнісних вимірювальних перетворювачів».

**Семестр 4.**

- Практична робота № 5 «Дослідження теплових вимірювальних перетворювачів».  
 Практична робота № 6 «Дослідження тензорезисторних вимірювальних перетворювачів».

**Самостійна робота****Семестр 3**

1. Основні поняття та теоретичні основи вимірювань неелектричних величин.
2. Загальні питання теорії похибок.
3. Загальні методи підвищення точності засобів вимірювання.
4. Похибка лінійності та методи розширення робочого діапазону засобів вимірювання.
5. Резистивні перетворювачі.
6. П'єзоелектричні перетворювачі.
7. Електромагнітні перетворювачі.

**Семестр 4**

8. Ємнісні перетворювачі.
9. Оптоелектричні перетворювачі.
10. Вимірювання геометричних та механічних величин.
10. Вимірювання контрольно-діагностичних параметрів обладнання електростанцій.

- 17) **Семестр 3 – залік**  
**Семестр 4 – іспит.**

**18) Основна література:**

1. Левицкий А.С., Федоренко Г.Ф., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро-та турбогенераторів за допомогою ємнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів К.: Інститут електродинаміки НАН України, 2011.
2. Сарычев А.К., Шапаев В.М. Электродинамика метаматериалов под ред. В. Н. Задкова. Москва: Научный мир, 2011. 221 с.
3. 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.
4. Зайцев Є., Кучанський В., Гунько І. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановок. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. 156 с. DOI: <https://doi.org/10.36074/penergeme-monograph.2021>.
5. Чорний А.В., Чорна О.А., Якимчик А.І. Теорія математичної обробки геодезичних вимірювань. Нац. акад. наук України, Ін-т геофізики ім. С. І. Субботіна. Київ: Наукова думка, 2013. 293 с.
6. Дженсон Р.Г. Новейшие датчики. Москва: Техносфера, 2007
7. Фесенко Л.Д. Васильєва Л.І. Теоретичні основи електротехніки. Трифазні кола, кола із взаємною індуктивністю, чотириполюсники, фільтри. Модуль 3. Навчальний посібник. Харків: УППА, 2014. 137 с.
8. Kurylenko O., Zharkin A. and other. Power systems research and operation: Selected Problems/ editors: Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-82926-1.

9. Походило Є.В., Хома В.В. Вимірювачі CLR з перетворенням «імітанс - напруга». Львів: Львівська політехніка, 2011. 292 с.
10. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2006. 592 с.
11. 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.
12. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник / Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2013, Т.1. 236 с.
13. Зайцев Є., Кучанський В., Гунько І. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановка. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. 156 с. DOI: <https://doi.org/10.36074/penereme-monograph.2021>.
14. Нестерчук Д.М., Квітка С.О., Галько С.В. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. 256 с.
15. Нестерчук Д.М., Квітка С.О., Галько С.В. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. 206 с.

#### 19) Додаткова література:


16. Бабак С.В., Мыслович М.В., Сысак Р.М. Статистическая диагностика электротехнического оборудования. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2015. 456 с.
17. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник / Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2015, Т.2. 268 с.
18. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Електричні кола. Ч1. навч. посіб. Київ: ТОВ "Лазурит-Поліграф", 2011. –384 с.
19. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Ч2. навч. посіб. Київ: Наш Формат: 2013. 458с.
20. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Ч. 3. Мікропроцесорна і комп'ютерна техніка: навч. посіб. Київ: Наш Формат, 2016. 288 с.
21. Фесенко Л.Д Васильєва Л.І. Теоретичні основи електротехніки. Трифазні кола, кола із взаємною індуктивністю, чотириполюсники, фільтри. Модуль 3. Навчальний посібник. Харків: УПА, 2014. 137 с.
22. 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.
23. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник / Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2013, Т.1. 236 с.
24. Основи метрології та вимірювальної техніки: навчальний посібник / Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2015, Т.2. 268 с.
25. Нестерчук Д.М. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. 256 с.
26. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. 206 с.
27. Ванько В., Дорожовець М., Поліщук Є. та ін. Вимірювальні перетворювачі (сенсори); за ред. проф. Є.Поліщука та проф. В. Ванька., Львів: “Львівська політехніка”, 2015.
28. Піндус Н.М., Долішня Н.Б. Практикум з основ метрології. Навчальний посібник. Івано-Франківськ. Факел, 2010. 82 с.


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

| №  | Форма занять         | Кількість годин аудиторні/ СРС |
|----|----------------------|--------------------------------|
| 1. | Лекція               | 72/26                          |
| 2. | Практичне заняття    | 28/24                          |
| 3. | Лабораторні заняття  | -                              |
| 4. | КП/КР/РГР/Контр.роб. | -                              |
| 5. | Форма контролю       | залік, екзамен                 |
|    | Всього годин         | 100/50                         |


|  |          |
|--|----------|
| 22) Сума всіх годин:   | 150      |
| 23) Загальна кількість кредитів ЕКТС   | 5        |
| 24) Кількість годин (кредитів ЕКТС) аудиторного навантаження:                                | 100(3,3) |
| 25) Кількість необхідних годин (кредитів ЕКТС) СР для забезпечення аудиторного навантаження: | 50(1,7)  |
| 26) Кількість годин СР (кредитів ЕКТС), забезпечених навчальним планом:                      | 50(1,7)  |
| 27) Примітки:  |          |

**Складено:**

  
 \_\_\_\_\_ д.т.н., с.н.с. Є.О. Зайцев

  
 \_\_\_\_\_ д.т.н., с.н.с. А.С. Левицький

**Затверджено:**  
 гарант освітньо-наукової програми

  
 М.В. Мислович