

Силабус

По вивченню дисципліни
«Методи та засоби статистичної діагностики енергетичного обладнання»
 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



О.В. Кириленко

" 10 " 09 2021

1) Назва дисципліни: Методи та засоби статистичної діагностики енергетичного обладнання		2) Шифр за ОПІ: ПВ6		
3) Карта дисципліни дійсна протягом навчального року: 2021/2022				
4) Освітній рівень: третій рівень вищої освіти (доктор філософії)				
5) Форма навчання: денна, заочна				
6) Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»				
7) Спеціальність: 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»				
8) Компонента спеціальності: вибіркова				
9) Семестр: денна форма 4				
10) Цикл дисципліни: дисципліна загальної підготовки				
11) Викладачі (розробники карти): д.т.н., проф. Мислович М.В.,				
12) Мова навчання: українська				
13) Необхідні ввідні дисципліни: Вища математика, фізика, теорія інформаційно-вимірвальної техніки, статистична обробка інформаційних сигналів.				
14) Мета курсу: Метою дисципліни є вивчення принципів побудови та використання методів, приладів і систем неруйнівного контролю та діагностики в електроенергетиці. В результаті вивчення даної навчальної дисципліни здобувач ступеня доктора філософії має отримати поглиблені знання з існуючих методів а також приладів і системи контролю і діагностики, призначених для підвищення надійності електроенергетичного обладнання та попередження катастрофічного руйнування цього обладнання при його експлуатації.				
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

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 ФК04 ФК05 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 ФК02 ФК03 ФК04 ФК05 ФК06 ФК07 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
42	32	-	-	106

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

Лекція:

1. Основні задачі навчальної дисципліни. Цілі і задачі навчальної дисципліни. Основні поняття та визначення, що стосуються контролю і діагностики промислового обладнання. Види діагностування технічних об'єктів. Основні теоретичні положення та питання практичного застосування приладів та систем діагностування технічних об'єктів. Зв'язок технічної діагностики з надійністю промислового обладнання.

2. Теоретичні основи побудови засобів контролю і технічної діагностики. Основні методи контролю і діагностики технічних об'єктів. Поняття про тестову і функціональну діагностику технічних об'єктів. Типові дефекти вузлів технічних об'єктів. Короткі відомості з фізичних основ ультразвукової дефектоскопії.

3. Фізичні процеси, що супроводжують роботу технічних об'єктів. Поняття про діагностичні ознаки. Фізичні процеси, що утворюються та супроводжують роботу вузлів електроенергетичного обладнання. Параметри діагностування, які отримують при вимірюванні діагностичних сигналів. Математичні моделі фізичних процесів, що супроводжують роботу досліджуваних об'єктів. Детерміновані та імовірнісні підходи до побудови математичних моделей діагностичних сигналів. Випадкові процеси, як моделі фізичних процесів, що супроводжують роботу досліджуваних об'єктів. Моделі стаціонарних процесів з неперервним часом і дискретним часом.

4. Основні означення та імовірнісні характеристики стохастичних моделей діагностичних сигналів. Класифікація випадкових процесів. Стаціонарні випадкові процеси. Ергодичні процеси. Імовірнісні характеристики випадкових процесів. Числові характеристики випадкових процесів. Поняття про математичне сподівання та дисперсію. Означення та властивості кореляційної функції, спектральної щільності потужності, функції та щільності розподілу ймовірностей, характеристичної функції випадкових процесів.
5. Моделі діагностичних сигналів з неперервним і дискретним часом. Визначення числових та функціональних характеристик для діагностичних сигналів з неперервним і дискретним часом. Статистичне оцінювання характеристик випадкових діагностичних сигналів. Часовий ряд. Побудова статистичних оцінок характеристик діагностичних сигналів на основі експериментальних спостережень. Оцінка емпіричних моментів та кореляційної функції часового ряду. Спектральні характеристики часового ряду. Оцінка законів розподілу часових рядів на основі експериментальних даних.
6. Канали відбору і передачі інформації. Моделі каналів відбору і передачі інформації. Аналіз лінійних кіл і систем у рамках кореляційної теорії. Аналіз нелінійних безінерційних систем. Обґрунтування і вибір діагностичних ознак. Теоретичне обґрунтування діагностичних ознак за результатами дослідження математичних моделей діагностичних сигналів. Діагностичні ознаки, що ґрунтуються на статистичному підході до діагностики електроенергетичних об'єктів. Елементи теорії перевірки гіпотез про стан вузлів електроенергетичних об'єктів.
7. Методи вимірювання діагностичних сигналів. Методи вимірювання параметрів сигналів, що супроводжують роботу електроенергетичного обладнання. Методи дефектоскопії та інтроскопії електроенергетичних об'єктів. Оцінка точності діагностичних вимірювань. Первинні перетворювачі для вимірювання діагностичних сигналів. Первинні перетворювачі для вимірювання інформаційних діагностичних сигналів різної фізичної природи. Класифікація первинних перетворювачів.
8. Методи ультразвукового контролю вузлів електроенергетичного обладнання. Основні методи ультразвукового контролю електроенергетичного устаткування. Фізичні основи методів ультразвукової дефектоскопії. Класифікація методів ультразвукової дефектоскопії електроенергетичного обладнання та їх практична реалізація. Луна-імпульсний дефектоскоп. Тіньовий дефектоскоп. Імпульсний вимірювач товщини. Резонансний вимірювач товщини об'єкту. Вимірювач швидкості ультразвуку. Прилад ударної діагностики вузлів електроенергетичного обладнання.
9. Експериментальна перевірка діагностичних ознак. Одержання кількісних оцінок діагностичних ознак за допомогою інформаційно-вимірвальних систем (ІВС) діагностики. Кореляційні та спектральні діагностичні ознаки. Діагностичні ознаки, що базуються на статистичних моментах вимірюваних діагностичних сигналів.
10. Методи розпізнання образів при класифікації дефектів вузлів електроенергетичного обладнання. Вибір діагностичних просторів для формування навчаючих сукупностей, що відповідають певному технічному вузлів досліджуваного електроенергетичного обладнання.
11. Побудова розв'язуючих правил для визначення технічного вузлів електроенергетичного обладнання. Використання статистичних критеріїв для розв'язку задачі визначення технічного стану вузлів електроенергетичного обладнання. Типовий алгоритм задачі визначення технічного стану вузлів досліджуваного обладнання.
12. Узагальнена структура інформаційно-вимірвальної системи (ІВС) діагностики вузлів електроенергетичного обладнання. Особливості побудови аналогової і цифрової частин ІВС діагностики електроенергетичного обладнання. Типова структура блоку навчаючих сукупностей для визначення технічного стану вузлів будівельного обладнання, що входить до складу ІВС діагностики електроенергетичного обладнання.

Практичні заняття:

1	Розрахунок акустичного тракту тіньового та луна - імпульсного дефектоскопу
2	Вибір та розрахунок п'єзоелектричного перетворювача
3	Практичне дослідження застосування п'єзоелектричного перетворювача

4	Побудова розв'язуючих правил з діагностики і класифікації дефектів для використання у приладах та інформаційно-вимірювальних системах діагностики
5	Розрахунок схем обробки вимірних сигналів у контролюючих та діагностуючих приладах (ультразвуковий дефектоскоп, товщиномір, витратомір, вимірювач швидкості звуку, прилад ударної діагностики)
6	Операції вибору та послідовного виконання команд в LabView.
7	Створення та робота з масивами та операції з ними в LabView.
8	Побудова розв'язуючих правил з діагностики і класифікації дефектів для використання у приладах та інформаційно-вимірювальних системах діагностики

Самостійна робота:

1. Цілі і задачі навчальної дисципліни. Загальні питання моделювання.
2. Класифікація моделей. Властивості математичних моделей. Детерміновані і стохастичні моделі.
3. Основні означення та імовірнісні характеристики стохастичних моделей.
4. Моделі фізичних процесів із дискретним часом.
5. Побудова статистичних оцінок характеристик часових рядів на основі експериментальних даних
6. Попередня обробка емпіричних даних.
7. Ідентифікація закону розподілу за експериментальними даними.
8. Математичні моделі простіших елементів.
9. Побудова математичних моделей технічних систем із типових елементів.
10. Моделювання лінійних та нелінійних фізичних процесів та об'єктів.
11. Алгоритмізація методів чисельного моделювання і засоби їх реалізації. Моделювання за допомогою методу Монте-Карло.
12. Моделювання типових ланок і структурних схем технічних систем. Моделювання числових послідовностей для типових ланок

17) Залік: Так.

18) Основна література:

1. *Бабак С.В., Мыслович М.В., Сысак Р.М.* Статистическая диагностика электротехнического оборудования. – К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2015. – 456 с..
2. *Бабак В.П., Бабак С.В., Еременко В.С., Куц Ю.В., Марченко Н.Б., Мокийчук В.М., Монченко Е.В., Орнатский Д.П., Павлов В.Г., Пустовойтов Н.А., Щербак Л.Н.* Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник; под ред. чл.-кор. НАН Украины В.П.Бабака / К.: ТОВ «Софія», 2014. – 832.
3. *Орнатский П.П.* Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые). Київ: Вища школа, 1986. 504 с.
4. *Володарський Є.Т., Кошева Л.О.* Статистична обробка даних: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2008. 308 с.
5. *Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие. /Под ред. Н.Н. Евтихиева.* Москва: Энергоатомиздат, 1990. 352с.
6. *Шрюфер Е.* Обробка сигналів: цифрова обробка дискретизованих сигналів. Київ: Либідь, 1992. 296 с.
7. *Малиновский Б.Н., Володарский В.Т.* Планирование и организация эксперимента. Киев: Вища школа, 1987. 280 с.

8. 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)
9. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. Київ: Держспоживстандарт України, 1994. 68 с.
10. ДСТУ 2708:2006. Метрологія. Повірка засобів вимірвальної техніки. Організація та порядок проведення. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
11. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник/ В.В.Кухарчук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 522 с.
12. Гукасов А.С., Резвов Ю.Г. Физические основы измерений: конспект лекций. Новомосковск: РХТУ им. Менделеева, 2008. 54 с.
13. Походило Є. В., Хома В. В. Вимірювачі CLR з перетворенням «імітанс — напруга». Львів: Львівська політехніка, 2011. 292 с.
14. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2006. 592 с.
15. Дорожовець М. Основи метрології та вимірвальної техніки: підручник : у 2 т. Т. 1 : Основи метрології / за ред.: Б. Стадника. Львів: «Львівська політехніка», 2005. 532 с.
16. Дорожовець М. Основи метрології та вимірвальної техніки: підручник : у 2 т. Т. 2 : Вимірвальна техніка / за ред.: Б. Стадника. Львів: «Львівська політехніка», 2005. 656 с.
17. Дорожовець М. Опрацювання результатів вимірювань: навч. посібник. Львів: «Львівська політехніка», 2007. 624 с.
18. 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.
19. Kyrylenko O., Zharkin A. and other. Power systems research and operation: Selected Problems/ editors: Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-82926-1.
20. 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/penereme-monograph.2021>.
21. Основи метрології та вимірвальної техніки: навчальний посібник / Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2013, Т.1. 236 с.
22. Основи метрології та вимірвальної техніки: навчальний посібник / Ціделко В.Д. та ін. Київ: НТУУ «КПІ», 2015, Т.2. 268 с.
23. Томашевський В.М. Моделювання систем.. Підручник для студентів вищ. Навч. Закл. Київ: Вид. ВНУ, 2005. – 349 с.
24. Бабак В.П. та ін. Обробка сигналів. Підручник. – К.: Либідь, 1999. – 495 с.

19) Додаткова література:

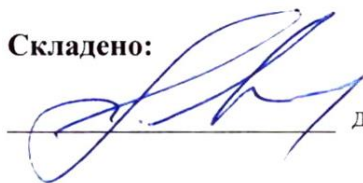
1. Обозовський С.С. Теоретичні основи інформаційно-вимірвальної техніки (Загальні поняття та теорія похибок). Київ.: НМК ВО, 1991. -222 с
2. Обозовський С.С. Практикум з теоретичних основ інформаційно-вимірвальної техніки. Львів: ЛПІ, 1987. 87 с.
3. Обозовський С.С. Елементи теорії многочленних похибок засобів вимірювань. Львів: ЛПІ, 1981. 89с.
4. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання: монографія. Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2002. 176 с.
5. ICGM 200:2008. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM) Joint Committee on Guides for Metrology (ICGM), 2008.

20) Робоче навантаження студента, необхідне для досягнення результатів навчання

№	Форма занять	Кількість годин аудиторні/ СРС
1.	Лекція	42/54
2.	Практичне заняття	32/52
3.	Лабораторні заняття	-
4.	КП/КР/РГР/Сам. роб.	106
5.	Форма контролю	залік
	Всього годин	74/106

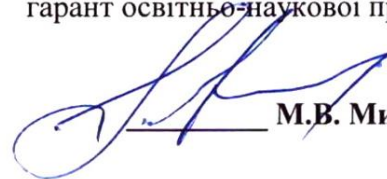
22) Сума всіх годин:	180
23) Загальна кількість кредитів ЕКТС	6
24) Кількість годин (кредитів ЕКТС) аудиторного навантаження:	74(2,5)
25) Кількість необхідних годин (кредитів ЕКТС) СР для забезпечення аудиторного навантаження:	106(3,5)
26) Кількість годин СР (кредитів ЕКТС), забезпечених навчальним планом:	106(3,5)
27) Примітки:	

Складено:



д.т.н., проф. Мислович М.В.,

Затверджено:
гарант освітньо-наукової програми



М.В. Мислович