

**Силабус**

По вивченню дисципліни

**«Моніторинг 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

<b>1) Назва дисципліни:</b> Моніторинг енергетичного обладнання		<b>2) Шифр за ОПШ:</b> ПВ5		
<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> вибіркова				
<b>9) Семестр:</b> 4				
<b>10) Цикл дисципліни:</b> дисципліна загальної підготовки				
<b>11) Викладачі (розробники карти):</b> д.т.н., с.н.с. Є.О. Зайцев				
<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 набуття аспірантами фундаментальних знань про актуальні задачі і сучасні методи моніторингу обладнання електричних мереж, формування умінь в оволодінні прогресивними технологіями і технічними засобами контролю і моніторингу стану енергетичного обладнання в умовах експлуатації.				
<b>15) Результати навчання:</b>				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
1	ПРН 8. Уміння з постановки, формулювання і вирішення завдань у галузі метрології, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичне заняття	ЗК 2, ФК 6, ФК 10

2	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 10, ФК 2, ФК 5
3	ПРН 15. Володіння сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінювання точності отриманих результатів вимірювань.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичне заняття	ЗК 10, ФК 5, ФК 11
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 10, ФК 6, ФК 8, 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
42	32	-	-	106

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

**Лекції:**

**Семестр 4**

*Модуль 1. Основи моніторингу енергетичного обладнання.*

1. Вступ в технічний моніторинг енергетичного обладнання.
2. Сучасні цілі та завдання моніторингу енергетичного обладнання енергетичних систем.
3. Світовий досвід застосування систем моніторингу енергетичного обладнання енергетичних систем.
4. Системи технічного обслуговування і ремонтів електрообладнання.
5. Переваги і недоліки системи технічного обслуговування і ремонтів.
6. Аналіз ефективності застосування різних підходів до обслуговування і ремонтів.
7. Методи вимірювання та контрольовані параметри.
8. Методи оцінки стану електрообладнання (ідентифікація ознак, критерії оцінки).
9. Методи обробки і аналізу за результатами вимірювання та моніторингу енергетичного обладнання.

*Модуль 2. Технології моніторингу енергетичного обладнання.*

10. Типологія і класифікація об'єктів моніторингу в електроенергетиці.
11. Методи визначення експлуатаційного стану об'єктів діагностики.
12. Моніторинг процесів зміни контрольованих параметрів стану обладнання.
13. Нормативні вимоги до стану обладнання.
14. Визначення місць пошкодження ліній передавання в розподільних мережах.
15. Способи і засоби забезпечення безпечної експлуатації обладнання електростанцій і електричних мереж.
16. Оцінка впливу електромагнітної сумісності та якості електричної енергії на експлуатаційні характеристики і стан обладнання підстанцій і електростанцій.

**Практичні заняття****Семестр 4**

1. Практична робота № 1. «Освоєння принципів процесу моніторингу (моніторинг зміни нерівномірності повітряного зазору між статором і ротором потужний генераторів)».
2. Практична робота № 2. «Вивчення обладнання енергосистеми з використанням системного підходу (визначення вібраційних параметрів енергетичного обладнання та биття обертових поверхонь генеруючого обладнання)».
3. Практична робота № 3. «Моніторинг зміни механічних параметрів потужного генераторів».
4. Практична робота № 4. «Моніторинг параметрів аварійних режимів ЛЕП».
5. Практична робота № 5. «Моніторинг параметрів водню в системах з його виробництва та забезпечення охолодження генераторів».
6. Практична робота № 6. «Аналіз моніторингових даних для побудови діагностичних моделей і алгоритмів діагностування потужних генераторів».

**Самостійна робота****Семестр 4**

- Самостійна робота № 1. «Моніторинг обертового обладнання енергосистеми» - 2 години.
- Самостійна робота № 2. «Моніторинг не обертового обладнання енергосистеми» - 2 години.
- Самостійна робота № 3. «Нормативні вимоги з випробувань та обстеження обладнання енергосистеми» - 2 години.
- Самостійна робота № 4. «Термометричний моніторинг (методи і технічні засоби)» - 2 години.
- Самостійна робота № 5. «Оптичний моніторинг (методи і технічні засоби)» - 2 години.
- Самостійна робота № 6. «Електроємнісний моніторинг (методи і технічні засоби)» - 2 години.
- Самостійна робота № 7. «Моніторинг систем охолодження потужного генераторів» - 2 години.
- Самостійна робота № 8. «Моніторинг вологості в конструкціях електрообладнання (методи і технічні засоби)» - 2 години.
- Самостійна робота № 9. «Методи оцінки динамічної стійкості механічних конструкцій потужних генераторів» - 2 години.
- Самостійна робота № 10. «Методи та засоби визначення ступеня запресовування осердя статора потужних гідро- та турбогенераторів під час збирання та ремонту осердя, а також експлуатації генератора» - 2 години.
- Самостійна робота № 11. «Методи прогнозування зміни стану електрообладнання» - 2 години.
- Самостійна робота № 12. «Контроль стану ліній в електричних мережах під час їхньої експлуатації (методи і технічні засоби)» - 2 години.
- Самостійна робота № 13. «Контроль стану повітряних ЛЕП під час їхньої експлуатації (методи і технічні засоби)» - 2 години.
- Самостійна робота № 14. «Аналіз пошкоджуваності та методи визначення фактичного технічного стану потужних генераторів» - 2 години.
- Самостійна робота № 15. «Аналіз та порівняльна оцінка ефективності застосування різних систем технічного обслуговування та ремонту електрообладнання мереж та тривалість їхньої безаварійної та безпечної експлуатації» - 2 години.

**18) Основна література:**

1. 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. Zaitsev Ie., Levytskyi A., Bereznychenko V. Hybrid diagnostics systems for power generators faults: systems design principle and shaft run-out sensors. Power systems research and operation: Selected Problems/ editors: Kyrylenko, O., Zharkin, A. and other. Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-82926-1.
2. Бабак С.В., Мыслович М.В., Сысак Р.М. Статистическая диагностика электротехнического оборудования. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2015. 456 с.
3. Zaitsev Ie., Levytskyi A., Bereznychenko V. Hybrid diagnostics systems for power generators faults: systems design principle and shaft run-out sensors. Power systems research and operation: Selected Problems/ editors: Kyrylenko, O., Zharkin, A. and other. Springer, 2021, P. 71-98. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-82926-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-82926-1_4).
4. Мозгалеvский В., Гаскаров Д.В. Техническая диагностика (непрерывные объекты). Учеб. Пособие для вузов. Москва: Высшая школа. 1975. 207 с.
5. Склярв В.Ф., Гуляев В.А. Диагностическое обеспечение энергетического производства. Киев: Техника, 1985. 184 с.
6. Зайцев Є., Кучанський В., Гунько І. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності роботи електричних мереж та електроустановкав. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. 156 с. DOI: <https://doi.org/10.36074/penereme-monograph.2021>.
7. Гуляев В.А., Чаплыга В.М., Кедровский И.В. Методы и средства обработки диагностической информации в реальном времени. Киев: Наукова думка. 1986. 224 с.
8. Диагностика в энергетике / Левин В.М., Лебединская Н.А., Сидоркин Ю.М., Фишов А.Г. Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та. 1998. 37 с.

**19) Додаткова література:**


9. Алексеев Б.А. Определение состояния (диагностика) крупных турбогенераторов. Москва: ЭНАС. 2001. 200 с.
10. Алексеев Б.А. Определение состояния (диагностика) крупных гидрогенераторов. Москва: ЭНАС, 2002. 200 с.
11. Алексеев Б.А. Техническое обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения. Москва: ЭНАС. 2002. 231 с.
12. Алексеев Б.А. Определение состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. М., ЭНАС, 2002. 200 с.
13. Калявин В.П., Рыбаков Л.М. Надежность и диагностика электроустановок. Уч. Пособие для Вузов. Йошкар-Ола. 2000. 78 с.
14. Баркан Я.Д. Эксплуатация электрических систем. Москва: ВШ, 1990. 426 с.
15. Мандрыкин С.А., Филатов А.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования. - Москва: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с.

**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., с.н.с. Є.О. Зайцев

**Затверджено:**  
гарант освітньо-наукової програми

  
\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. М.В. Мислович