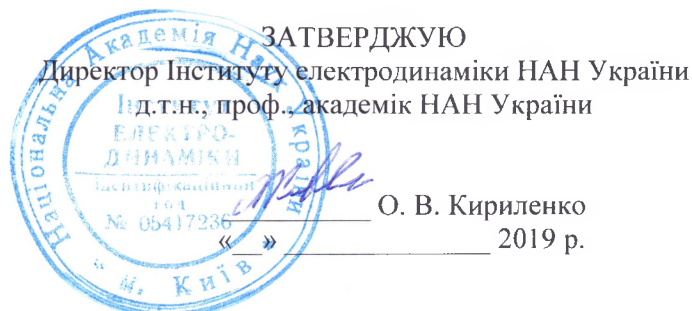


141	Паралельна робота електричних мереж різного рівня ієрархії в енергосистемах	Сторінка 1 з 5
-----	---	----------------

### Силабус

По вивченню дисципліни «Паралельна робота електричних мереж різного рівня ієрархії в енергосистемах» для аспірантів, спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Інститут електродинаміки НАН України



1) Назва дисципліни: Паралельна робота електричних мереж різного рівня ієрархії в енергосистемах		2) Шифр за ОПП: ВК-6		
3) Карта дисципліни дійсна протягом навчального року: 2020/2021				
4) Освітній рівень: третій рівень вищої освіти (доктор філософії)				
5) Форма навчання: денна, заочна				
6) Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»				
7) Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»				
8) Компонента спеціальності: вибіркова				
9) Семестр: V				
10) Цикл дисципліни: дисципліна професійної підготовки				
11) Викладачі (розробники карти): д-р техн. наук, професор Тугай Ю.І.				
12) Мова навчання: українська				
13) Необхідні ввідні дисципліни: «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Обчислювальна техніка та програмування», «Математичні задачі енергетики».				
14) Мета курсу: Метою дисципліни є здобуття аспірантами глибоких знань з методів аналізу та вдосконалення технологічного процесу транспорту електричної енергії в енергосистемах при наявності мереж різного призначення, номінальної напруги та рівня ієрархії.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
1	ПР02. Грамотно застосовувати державну мову як усно, так і письмово, для здійснення професійної діяльності.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K09 K10 K25 K26 K30 K31

2	ПР03. Володіти іноземною мовою, включаючи спеціальну термінологію, для представлення та обговорення наукових результатів англійською або однією з мов країн Європейського Союзу в усній та письмовій формах, а також вести наукову дискусію.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K09 K12 K13 K28 K29
3	ПР04. Знати і розуміти сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K17 K31
4	ПР05. Знати і розуміти основні поняття теорії вимірювань, їх застосування на практиці та при комп'ютерному моделюванні об'єктів та явищ.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K18 K19 K30
5	ПР07. Уміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K06 K16 K17
6	ПР08. Уміти проводити постановку, формулювання і вирішення завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, 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, практичні заняття	K01 K02 K23 K24
7	ПР09. Уміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K09 K23 K24 K27
8	ПР10. Уміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K22 K24
9	ПР14. Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K15 K19 K22
10	ПР16. Уміти застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та інформаційно-вимірювальної техніки.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K20 K21 K22

12	ПР17. Володіти основами патентознавства та захисту інтелектуальної власності.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K06 K26 K29
----	---	---	---------------------------	-------------------

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

Лекція	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота аспіранта
48	24	-	Контрольна робота	48

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

#### Лекція:

1. Поняття про електроенергетичну систему.
2. Ієрархія електричних мереж в енергосистемі.
3. Моделювання структури електричних мереж.
4. Інваріант перетворення структури електричної мережі.
5. Тензорна форма запису законів електротехніки.
6. Тензорні моделі електричних мереж.
7. Потоки потужності в мережах електроенергетичної системи.
8. Економічний розподіл потужностей в електричних мережах нижнього рівня ієрархії системи.
9. Економічний розподіл потужностей при транспорті енергії крізь мережі електроенергетичної системи.
10. Класифікація режимів електричних мереж.
11. Моделювання режимів систем електричних мереж сучасного рівня складності.
12. Вузлова математична модель електричної мережі.
13. Контурна математична модель електричної мережі.
14. Метод розрізання контурів при моделюванні режиму електричної мережі.
15. Моделювання трансформаторних зв'язків між мережами різної номінальної напруги.
16. Визначення ЕРС для нормалізації усталеного режиму методом двократного розрізання контурів.
17. Розрізання замкнених контурів з високим рівнем неоднорідності.
18. Крос-структурування мереж.
19. Використання автотрансформаторів з поздовжньо-поперечним регулюванням.
20. Керовані шунтувальні реактори
21. Використання установок поздовжньої компенсації.
22. Використання електропередач FACTS для нормалізації режимів електроенергетичних систем.
23. Компактні лінії електропередачі зі зближеними фазами.
24. Техніко-економічні аспекти вибору та реалізації заходів по нормалізації режимів паралельної роботи електричних мереж різного рівня ієрархії в енергосистемах

#### Практичні заняття:

1. Використання тензорів перетворення для аналізу режимів електричних мереж.
2. Визначення параметрів математичної моделі ЛЕП
3. Визначення параметрів математичних моделей силових трансформаторів та автотрансформаторів.
4. Аналіз втрат потужності в лініях і трансформаторах.
5. Моделювання усталеного режиму в розімкнених схемах електричних мереж.
6. Ітераційні методи при моделюванні режимів електричних мереж.
7. Вузлова модель для аналізу режиму замкненої електричної мережі.
8. Контурна модель для аналізу режиму замкненої електричної мережі.
9. Метод розрізання замкнених контурів.
10. Розрахунок значення ЕРС нормалізації.
11. Розрахунок налаштування керуючого трансформатора в нейтралі автотрансформатора

надвисокої напруги.

12. Визначення економії енергії в лініях і трансформаторах при нормалізації режиму. Розрахунок техніко-економічних показників типових засобів нормалізації режиму.

**Контрольна робота:**

**Самостійна робота студента:**

1. Фізичні процеси в електропередачах змінного струму та їх математичне моделювання за допомогою імпедансів та адмітансів.
2. Джерела енергії в електричних системах та їх моделі.
3. Схеми заміщення повітряних і кабельних ліній електропередачі.
4. Визначення параметрів схем заміщення ліній електропередач.
5. Схеми заміщення дво- і триобмоткових трансформаторів і автотрансформаторів.
6. Визначення параметрів схем заміщення трансформаторів за даними виробника.
7. Формування матриць елементів електричної мережі та дії над ними.
8. Матриця вузлових провідностей та її використання при аналізі режимів електричних мереж.
9. Матриця контурних опорів та її використання при аналізі режимів електричних мереж.
10. Порівняння вузлової та контурної моделей електричної мережі.
11. Розріджені матриці та їх використання при обчисленнях.
12. Власні числа та ранги матриць.

**17) Іспит:** Так.

**18) Основна література:**

1. Холмский В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей.- М.: Изд-во "Высшая школа", 1975.-280 с.
2. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Бурикін О.Б. Взаємовплив електричних мереж і систем в процесі оптимального керування їх режимами: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 123 с.
3. Принцип найменшої дії в електротехніці та електроенергетиці / за заг. ред. П. Д. Лежнюка. — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 212 с.
4. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник. – Львів: Вид-во Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2015. – 540 с.
5. Кузнецов В.Г., Тугай Ю.И., Баженов В.А. Оптимизация режимов электрических сетей. — К.: Наук, думка. 1992. — 145 с.
6. Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. – Львів: Вид-во Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2013. – 608 с.
7. Крон Г. Тензорный анализ сетей. — М.: Советское радио, 1978. — 697с.

**19) Додаткова література:**

1. Методичні вказівки з аналізу технологічних витрат електроенергії та вибору заходів щодо їх зниження. – Київ: ОЕП ГРІФРЕ, 2004. – 159 с.
2. Экономия энергии в электрических сетях / Магда И.И., Меженный С.Я., Сулейманов В.Н. и др. – К.: Техніка, 1986. – 167 с.
3. Петров А. Е. Тензорная методология в теории систем М. : Радио и связь, 1985. — 152 с.
4. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 176 с.
5. Петров А. Е. Тензорный метод двойственных сетей М. : Центр информационных технологий в природопользовании, 2007. — 494 с.

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

№	Форма занять	Кількість годин аудиторні/ СРС
1.	Лекція	48/32


141	Паралельна робота електричних мереж різного рівня ієрархії в енергосистемах	Сторінка 5 з 5
-----	---	----------------

2.	Практичне заняття	24/16
3.	Лабораторні заняття	-
4.	КП/КР/РГР/Контр.роб.	Контрольна робота
5.	Форма контролю	залік
	Всього годин	72/48
<b>22) Сума всіх годин:</b>		120
<b>23) Загальна кількість кредитів ECTS</b>		4,0
<b>24) Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:</b>		72 (2,4)
<b>25) Кількість необхідних годин (кредитів ECTS) СР для забезпечення аудиторного навантаження:</b>		48 (1,6)
<b>26) Кількість годин СР (кредитів ECTS), забезпечених навчальним планом:</b>		48 (1,6)
<b>27) Примітки:</b>		

Складено: д.т.н., доц., Тугай Ю.І.



**Затверджено:**  
гарант освітньо-наукової програми

 А. А. Щерба