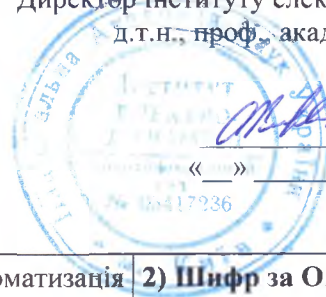


Силабус

по вивченню дисципліни «Моделювання та автоматизація режимів енергосистем» для аспірантів, спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Інститут електродинаміки НАН України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту електродинаміки НАН України
д.т.н., проф., академік НАН України



О. В. Кириленко

«__» _____ 20__ р.

1) Назва дисципліни: Моделювання та автоматизація режимів енергосистем		2) Шифр за ОПП: НПК-3		
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: нормативна				
9) Семестр: III				
10) Цикл дисципліни: дисципліна професійної підготовки				
11) Викладачі (розробники карти): канд. техн. наук, доцент Стелюк А.О.				
12) Мова навчання: українська				
13) Необхідні ввідні дисципліни: «Вища математика», «Загальна фізика», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні мережі та системи», «Теорія автоматичного керування».				
14) Мета курсу: Метою дисципліни є здобуття аспірантами глибоких знань з принципами автоматичного регулювання та протиаварійного керування режимами енергетичних систем, направлених на забезпечення їх надійної роботи, а також моделювання режимів енергосистем.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
1	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	K18 K19
2	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	K18 K19 K20

7	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	K20 K21
8	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	K10 K18
	ПР09. Уміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10
9	ПР10. Уміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K18 K19
	ПР11. Уміти використовувати комп'ютеризовані бази даних, «хмарні» та інтернет-технології, наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K20 K21
10	ПР12. Володіти сучасними методами та розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10
11	ПР13. Уміти організувати і проводити технічні випробування інженерних продуктів.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10 K20
12	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	K10
13	ПР15. Володіти сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінювання точності отриманих результатів вимірювань.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K19 K20 K21
	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	K10

14	ПР17. Володіти основами патентознавства та захисту інтелектуальної власності.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10
18	ПР21. Уміти аналізувати предметну область, формалізувати завдання керування та розділяти глобальну задачу на складові.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10 K18
19	ПР22. Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проєктів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10

16) Форми занять та їх тривалість (кількість годин)

Лекція	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Курсовий проєкт/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота студента
36	18	-	Контрольна робота	36

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

Лекція:

1. Місце систем автоматичного керування у забезпеченні надійної та ефективної роботи енергосистеми.
2. Баланс активної потужності між генерацією та споживанням та його зв'язок з частотою змінного струму. Рівняння руху ротора.
3. Первинне регулювання частоти. Статичні частотні характеристики генеруючої частини енергосистеми.
4. Статична частотна характеристика споживання. Регулювальний ефект навантаження.
5. Вторинне регулювання частоти та активної потужності. Його призначення..
6. Методи регулювання частоти та активної потужності.
7. Третинне регулювання частоти та активної потужності. Задача оптимального розподілу планового графіка навантаження станції між енергоблоками.
8. Організація автоматичного регулювання частоти та потужності в об'єднаній енергосистемі України.
9. Алгоритм роботи системної частини системи автоматичного регулювання частоти та потужності об'єднаної енергосистеми України.
10. Баланс реактивної потужності та його взаємозв'язок з напругою. Засоби регулювання напруги.
11. Визначення граничних значень активної та реактивної потужностей за умовою стійкості по напрузі.
12. Аналіз впливу ремонтних схем на рівні напруг з використанням «принципу надійності N-1».
13. Запобігання порушення статичної стійкості і підтримка припустимих рівнів напруг в магістральних мережах.
14. Тиристорна установка поздовжньої компенсації (TCSC). Структурна схема. Принцип дії. Закони регулювання. Статичний тиристорний компенсатор.
15. Причини та фізична природа коливань потужності та їх вплив на надійність режимів. Критерій демпфірування коливань активної потужності.
16. Методи підвищення стійкості в енергосистемі.
17. Основні причини виникнення асинхронних режимів в енергосистемах.
18. Задачі оцінювання стану енергосистеми на основі даних вимірювань.

Практичні заняття:

1. Визначення зміни частоти та відхилення потужностей генерації та споживання за відомими статичними частотними характеристиками.

2. Визначення зміни потужностей регулюючих генераторів на етапах первинного та вторинного регулювання частоти.
3. Оцінка впливу статичних характеристик навантаження на зміну напруги та перетоків реактивної потужності в енергосистемі.
4. Використання методу PV-, QV-кривих для аналізу стійкості енергосистеми за напругою.
5. Аналіз аварійних ситуацій з використанням принципу надійності "N-1".
6. Визначення «слабких» шин та елементів на базі принципу надійності "N-1".
7. Оцінка впливу статичних тиристорних компенсаторів на стійкість енергосистем за напругою.
8. Ознаки виникнення асинхронних режимів енергосистем.
9. Оцінка стану енергосистем на основі даних телевимірювань.

Самостійна робота студента:

1. Класифікація систем автоматичного регулювання.
2. Відпрацювання планової та позапланової складової потужності споживання.
3. Принцип розподілу позапланової складової потужності споживання.
4. Зміна активної, реактивної та повної потужностей навантаження у разі зменшення частоти.
5. Організація вторинного регулювання частоти.
6. Аналіз процесів зміни частоти при використанні інтегрального закону регулювання.
7. Методи розподілу позапланової складової активної потужності між регулюючими електростанціями.
8. Робота системних регуляторів.
9. Розрахунок зміни частоти та сальдо перетоків активної потужності у випадку втрати енергоблоку.
10. Баланс реактивної потужності та його взаємозв'язок з напругою..
11. Аналіз PV- та QV-кривих у випадку використання пристроїв поздовжньої компенсації.
12. Вплив навантажень вузлів на значення коефіцієнтів чутливості.
13. Ранжирування «слабких шин за напругою».
14. Типи тиристорних установок поздовжньої компенсації (з фіксованою та комутованою ємністю).
15. Кутова характеристика генератора з урахуванням демпфірування.
16. Аналіз роботи АРЗ-СД при демпфіруванні коливань потужності.
17. Пристрої автоматики ліквідації асинхронного режиму.
18. Методи оцінки достовірності інформації.

17) Іспит: Так.

18) Основна література:

1. Kundur P. Power System stability and control // McGraw Hill. – California, 1994.
2. R. Sastry Vedam Power quality. VAR Compensation in Power Systems, Taylor & Francis Group, LLC, 2009, 268 p.
3. Saccomanno F. Electric power systems. Analysis and Control, IEEE Press Series on Power Engineering, 2005, 728 p.
4. Беркович М. А. Основы автоматики энергосистем / М. А. Беркович, А. Н. Комаров, В. А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 433 с.
5. Калентиюк Е.В., Прокопенко В.Г., Федин В.Т. Оперативное управление в энергосистемах. – Минск: Высшая школа, 2007. – 351 с.
6. Павлов Г. М. Автоматика энергосистем / Г. М. Павлов, Г. В. Меркурьев. – Санкт-Петербург: Издание Центра подготовки кадров РАО «ЕЭС России», 2001. – 387 с.
7. Стернинсон Л.Д. Переходные процессы при регулировании частоты и мощности в энергосистемах. – М.: Энергия, 1975. – 216 с.

8. Яндульський О.С., Стелюк А.О., Лукаш М.П. Автоматичне регулювання частоти та перетоків активної потужності в енергосистемах / Під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндульського. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 88 с.
9. <https://entso-e.eu>. P3 – Policy 3: Operational Security, 41 p.
10. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.

19) Додаткова література:

1. Гамм, А. З. Наблюдаемость электроэнергетических систем. – М.: Наука, 1990. – 200 с.
2. Hingorani N. G., Gyugyi L. Understanding FACTS. IEEE Press. – New York, 1999.
3. B. Gao, G.K. Morison, P. Kundur, "Voltage Stability Evaluation Using Modal Analysis", IEEE Trans. Power Systems, Vol. 4, November 1992, pp. 1529-1542.

20) Робоче навантаження студента, необхідне для досягнення результатів навчання

№	Форма занять	Кількість годин аудиторні/ СРС
1.	Лекція	36/24
2.	Практичне заняття	18/12
3.	Лабораторні заняття	-
4.	КП/КР/РГР/Контр.роб.	
5.	Форма контролю	Іспит
	Всього годин	54/36

22) Сума всіх годин:

90

23) Загальна кількість кредитів ECTS

3,0

24) Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:

54 (1,8)

25) Кількість необхідних годин (кредитів ECTS) СРС для забезпечення аудиторного навантаження:

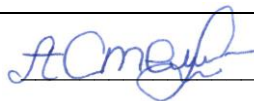
36 (1,2)

26) Кількість годин СРС (кредитів ECTS), забезпечених навчальним планом:


36 (1,2)

27) Примітки:

Складено: к.т.н., доц., Стелюк А.О.


Затверджено:

гарант освітньо-наукової програми

 А. А. Щерба