

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи та організації освітнього про-
цесу



Олександр ПЕТРОВ

“ 22 ” 06 2023 року







РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	14 Електрична інженерія
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітні програми	Електричні системи і мережі

СУЯ ВНТУ-08-21-РП.006.01:23

Робоча програма навчальної дисципліни
 «Автоматизовані системи керування електричних систем»
 рівень вищої освіти – другий (магістерський)
 галузь знань – 14 Електрична інженерія
 спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 освітні програми Електричні системи і мережі
 2023. — 15 с.

	Посада Протокол засідання	ПІБ	Підпис
Розроблено	Доцент кафедри ЕСС	к.т.н., доцент Наталя ОСТРА	
	Гарант освітньої програми	к.т.н., доцент Юлія МАЛОГУЛКО	
	Зав. кафедри ЕСС засідання кафедри ЕСС (протокол № 15 від 23.05.2023 р.)	д.т.н., професор Вячеслав КОМАР	
	Голова Методичної комісії ФЕЕЕМ Методична комісія ФЕЕЕМ (протокол № 10 від 12.06.2023 р.)	к.т.н., доцент Михайло РОЗВОДЮК	
Затверджено	Голова Методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол № 11 від 22.06.2023 р.)	к.т.н., доцент Олександр ПЕТРОВ	

© Н. В. Остра, 2023
 © ВНТУ, 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітні програми, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов'язкова (професійна)	
Модулів – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітня програма: Електричні системи і мережі	Рік підготовки (курс):	
Змістових модулів – 2		1	1
Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. рішенням кафедри)		Семестр	
Загальна кількість годин - 120		2-й	2-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,8 самостійної роботи студента – 4,7	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	18 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		18 год.	5 год.
		Лабораторні	
		9 год.	5 год.
		Курсова робота	
		45 год.	45 год.
		Самостійна робота	
30 год.	55 год.		
	Вид контролю: іспит		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 37,5% - 62,5%,

для заочної форми навчання – 16,7% - 83,3%.

Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Автоматизовані системи керування електричних систем» базується на використанні набутих знань і навиків під час отримання попереднього освітнього рівня вищої освіти. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і доповнює такі базові дисципліни, як «Обчислювальна техніка та САПР в енергетиці», «Моделі оптимального розвитку електричних систем і мереж», «Електричні системи та мережі», «Техніко-економічна ефективність інноваційних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни полягає в тому, щоб оволодіти методами та засобами систем оптимального керування режимами електроенергетичної системи (ЕЕС) в умовах широкого використання інформаційних технологій та сучасної обчислювальної техніки. А також, проаналізувати та ознайомитись з методологією створення автоматизованих систем керування (АСК) в енергетиці, розглянути основні види АСК, структуру та параметри АСК, комплекс технічних засобів АСК ЕЕС, задачі оптимізації режимів ЕЕС та моделі їх реалізації.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

Інтегральної: Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальних:

ЗК03. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК06. Здатність приймати обґрунтовані рішення, застосовувати кращі практики у професійній діяльності.

ЗК08. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

ЗК010. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.

Спеціальних (фахових):

СК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних систем.

СК16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою інформаційних систем в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК17. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з оптимальним розвитком систем передачі та розподілення електричної енергії.

СК18. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з диспетчеризацією та оптимальним керуванням системами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

Програмні результати вивчення дисципліни

РН17. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

РН20. Дотримуватися принципів та правил академічної чесності в освітній та науковій діяльності.

РН22. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

РН25. Розробити план, етапи і терміни роботи над інноваційним проектом в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

РН27. Виявити основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

Контрольні заходи

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час лекційного заняття, контрольних робіт, колоквиумів, тестування, захисту курсової роботи, іспиту.

На поза аудиторну/самостійну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, написання рефератів та контрольних робіт, підготовка до лекційних, лабораторних та практичних занять, колоквиумів, тестування, іспиту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію підрозділів ВНТУ), а також написання курсової роботи.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Проблеми та задачі удосконалення процесу керування електроенергетичною системою країни*

Тема 1. Вступ.

Галузева АСК – задачі та структура. Основні поняття та визначення - система, автоматизована система керування, оптимізація режимів роботи АСК. Класифікація АСК. Основні принципи побудови АСК. Основні підсистеми АСК. Аналіз стану впровадження АСК в енергосистемах. Короткий огляд літературних джерел. Мета і задачі курсу.

Тема 2. *Методологія створення АСК в електроенергетиці.*

АСК з інтегрованими інформаційними системами. Структура та параметри АСК. Забезпечуючі підсистеми та ієрархія АСК. Основні види АСК. Структура підсистем АСК виробництва, розподілу та реалізації електроенергії.

Умови спостережності лінійних і нелінійних процесів. Умови ідентифікації, ідентифікація процесів в часі. Керованість нелінійних систем. Постановка задачі

адаптивного керування. Визначення і класифікація видів адаптованості. Критерії адаптованості.

Тема 3. Основи оптимального керування динамічними системами.

Методи та алгоритми оптимального керування. Критерії оптимізації керування. Сучасні задачі оптимізації динамічних систем. Класифікація алгоритмів оптимального автоматичного керування. Алгоритми адаптивних систем автоматичного керування.

Тема 4. Основи побудови АСК електроенергетичної системи

Призначення, мета і функції АСК (АСДК). Принципи побудови системи диспетчерського керування ЕЕС. Основні етапи керування ЕЕС. Мета та основні задачі АСДК. Ступінь досягнення поставленої мети - критерій оптимальності. Обмеження при виборі керуючих дій. Інформаційні та керуючі функції АСДК ЕЕС. Функціональна структура АСДК ЕЕС.

Функціональна структура АСДК (підстанція, ПЕМ, РДЦ). Ієрархічний принцип побудови АСДК. Функціональні зв'язки між рівнями. Структура задач АСДК в режими on-line та off-line.

Тема 5. Основи експлуатації АСК електроенергетичної системи

Технічна структура АСДК. Технічна платформа АСДК. Застосування оперативного керуючого комплексу - основні характеристики, склад, технічні засоби, протоколи обміну, канали зв'язку. Засоби контролю, відображення, управління режимами ЕЕС.

Методи підвищення достовірності телевимірювань. Викривлення і завади при вимірюваннях та передачі параметрів. Методи вирішення задачі статичного оцінювання стану. Визначення та аналіз техніко-економічних показників (ТЕП) в АСДК. Моделі прогнозування ТЕП. Оперативний прогноз параметрів режиму ЕЕС.

Змістовий модуль 2. Оптимізація режимів електроенергетичної системи

Тема 6. Задачі оптимізації режимів ЕЕС та моделі їх реалізації.

Задачі оптимізації поточних режимів ЕЕС. Класифікація. Оптимізація режиму по активній потужності. Моделі і алгоритми. Внутрішньодобова корекція режиму по активній потужності.

Оптимізація режиму за напругою і потоками потужності. Моделі та алгоритми оптимізації режиму роботи ЕЕС. Оптимізація розподілу потоків потужності в замкнених контурах ЕЕС. Моделі і алгоритми. Двоконтурна схема керування. Імітаційне моделювання.

Тема 7. Комплекс технічних засобів АСК ЕЕС

Обчислювальні засоби для АСК ТП. Принципи побудови ЕОМ і адаптації їх в АСК. Периферійні пристрої. Пристрої зв'язку ЕОМ з об'єктом керування. Мікропроцесори і мікропроцесорні системи. Центральний процесор. Внутрішні і зовнішні магістралі. Елементи пам'яті. Пристрої для зв'язку з оператором. Інтерфейсні модулі. Програмовані контролери.

Тема 8. Засоби і системи збору, передачі і відображення інформації. Канали зв'язку. Пристрої телемеханіки. Датчики інформації. Апаратура передачі даних. Засоби відображення інформації індивідуального користування. Засоби відображення інформації колективного користування.

Тема 9. Інформаційні основи обчислювальної техніки

Поняття інформаційного забезпечення - мова програмування та її характеристика. Об'єктно-орієнтований підхід. База даних і банк даних. Системи керування базами даних і знань.

Тема 10. Інформаційні технології і системи їх автоматизації

Алгоритмічні основи обробки інформації. Етапи підготовки і розв'язування задач на ЕОМ. Типові структури алгоритмів. Алгоритми пошуку і сортування даних. Організація пам'яті ЕОМ. Організація передачі, введення і виведення інформації. Інтерфейс. Автоматизація робочого місця (АРМ) інженера-технолога, керівного і виробничого персоналу.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього го	у тому числі					усього го	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Модуль 1													
Змістовий модуль 1. Проблеми та задачі удосконалення процесу керування електроенергетичною системою країни													
Тема 1. Вступ. Основні принципи побудови АСК.	7	1	2	1	-	3	7,5	1	0,5	0,5	-	5,5	
Тема 2. Методологія створення АСК в електроенергетиці.	8	2	2	1	-	3	7	1	0,5	0,5	-	5	
Тема 3. Основи оптимального керування динамічними системами.	8	2	2	1	-	3	7	1	0,5	0,5	-	5	
Тема 4. Основи побудови АСК електроенергетичної системи.	8	2	2	1	-	3	7,5	1	0,5	0,5	-	5,5	
Тема 5. Основи експлуатації АСК електроенергетичної системи.	7	2	1	1	-	3	7	1	0,5	0,5	-	5	
Всього за модуль 1	38	9	9	5	-	15	36	5	2,5	2,5	-	26	
Модуль 2													
Змістовий модуль 2. Оптимізація режимів електроенергетичної системи													
Тема 6. Задачі оптимізації режимів ЕЕС та моделі їх реалізації.	7	2	1	1	-	3	7	1	0,5	0,5	-	5	
Тема 7. Комплекс технічних засобів АСК ЕЕС.	7	1	2	1	-	3	8	1	0,5	0,5	-	6	
Тема 8. Засоби і системи збору, передачі і відображення інформації.	7,5	2	2	0,5	-	3	8	1	0,5	0,5	-	6	
Тема 9. Інформаційні основи обчислювальної техніки.	7,5	2	2	0,5	-	3	8	1	0,5	0,5	-	6	

Тема 10. Інформаційні технології і системи їх автоматизації.	8	2	2	1		3	8	1	0,5	0,5		6
Всього за модуль 2	37	9	9	4	-	15	39	5	2,5	2,5	-	29
Курсова робота	45				45		45				45	
<i>Усього годин</i>	120	18	18	9	45	30	120	10	5	5	45	55

6. Теми семінарських занять – навчальним планом не передбачені

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Формування функціональної та технічної структури АСК	2	1
2	Формування складу технологічних задач АСК.	2	
3	Розробка структури збирання і передачі інформації.	2	1
4	Формування структури бази даних параметрів режиму ЕЕС.	2	
5	Розрахунки з оптимізації напруги і реактивної потужності в ЕЕС.	2	1
6	Розрахунки і вибір складу керуючих пристроїв.	2	
7	Розрахунки налагоджувальних параметрів САК потоками потужності в замкнених контурах ЕЕС.	2	
8	Виконання імітаційних розрахунків з оптимального керування нормальними режимами ЕЕС у реальному часі.	2	1
9	Розрахунок техніко-економічного ефекту від впровадження АСК.	2	1
	<i>Усього годин</i>	18	5

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Представлення ЕЕС у задачах аналізу та оптимізації їх нормальних режимів.	1	1
2	Аналіз та оптимізація нормальних режимів (НР) ЕЕС	1	0,5
3	Оптимізація структури системи керування НР ЕЕС	1	0,5
4	Оптимізація параметрів системи керування НР ЕЕС	1	0,5
5	Оптимізація потоків потужності в ЕЕС	1	0,5
6	Імітаційне моделювання нормальних режимів ЕЕС	1	0,5
7	Імітація оптимального керування нормальними режимами ЕЕС	1	0,5
8	Оптимізація розподілу навантаження між електричними станціями ЕС	1	0,5
9	Прийняття оптимальних рішень в задачі керування потоками потужності в ЕЕС	1	0,5
	<i>Усього годин</i>	9	5

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Аналіз стану впровадження АСК в енергосистемах. Постановка задачі адаптивного керування. Визначення і класифікація видів адаптивності. Критерії адаптивності.	3	5,5
2	Кібернетика в задачах керування електроенергетичною системою. Взаємодія «людина – машина» в АСК. Класифікація АСК по місці і ролі в них людини.	3	5
3	Використання SCADA-систем для реалізації АСДК ЕЕС. Різновиди АСДК ЕЕС.	3	5
4	Прогнозування електроспоживання і графіків навантаження ЕЕС. Планування техніко-економічних показників.	3	5,5
5	Засоби реалізації оптимальних рішень.	3	5
6	Принципи побудови ЕОМ та мікроконтролерів.	3	5
7	Мультисистемні властивості ЕОМ. Режими роботи ЕОМ.	3	6
8	Кодування і зображення алфавітно-цифрової інформації за допомогою ЕОМ	3	6
9	Визначення оптимальних параметрів систем оптимального керування. Програмне та інформаційне забезпечення АРМ.	3	6
10	Ранжування регулювальних пристроїв за пріоритетом керування, визначення зони нечутливості системи автоматичного керування.	3	6
	<i>Усього годин</i>	30	55

10. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачено виконання курсової роботи студентами денної та заочної форм навчання.

Завданням курсової роботи є закріплення знань та практичних навичок щодо особливостей формування функціональної та технічної структури АСК, а також розробки інформаційної структури АСК; аналіз методів оптимізації структури та параметрів системи керування нормальними режимами ЕЕС; аналіз способів перевірки адекватності та ефективності сформованої системи керування.

За рішенням кафедри студенти готують реферати з окремих тем дисципліни та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію підрозділів ВНТУ.

Тематика курсової роботи

Завданням курсової роботи є сформулювати функціональну та технічну структури АСК, розробити інформаційну структуру АСК, а також оптимізувати структуру та параметри системи керування нормальними режимами ЕЕС.

Розрахунково-пояснювальна записка курсової роботи (50-60 стор.) складається з наступних розділів:

Вступ.

1. Формування складу технологічних задач АСК;
2. Визначення функціональної та технічної структури АСК диспетчерського центру електричної системи;

3. Формування структури бази даних параметрів режиму ЕЕС;
 4. Виконання тривірневого графічного представлення заданої електричної системи за допомогою програмного комплексу «Аналіз чутливості втрат потужності»;
 5. Розрахунок та вибір складу керуючих пристроїв;
 6. Розрахунок налагоджувальних параметрів САК потоками потужності в замкнених контурах ЕЕС;
 7. Виконання імітаційних розрахунків з оптимального керування нормальними режимами ЕЕС у реальному часі;
 8. Розрахунок техніко-економічного ефекту від впровадження АСК.
- Висновки.
Список літератури.

11. Методи навчання

Основними методами навчання є: лекція-візуалізація; розповідь-пояснення; інструктаж; ілюстрування; демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання; усне опитування; тестування; навчальна дискусія; бесіда-діалог; виконання лабораторних робіт; групова робота; доповідь за темами, які відведені на самостійне вивчення; рішення практичних завдань; консультації; самостійна робота вдома; індивідуальні завдання (курсова робота, реферати, есе тощо), підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ.

12. Форми та методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних та лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Поточний контроль може проводитись як за допомогою електронних тестів у локальній мережі або у глобальній мережі (JetIQ, Google), так і за допомогою проведення усного або письмового опитування.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні або на окремих його завершальних етапах. Підсумковий контроль включає семестровий контроль. Під час семестрового контролю враховуються результати здавання усіх видів навчальної роботи згідно із структурою залікових кредитів.

Оцінювання рівня виконання індивідуальної роботи робиться на основі перевірки змісту роботи та її захисту у формі доповіді.

Семестровий контроль знань здійснюється в кінці семестру шляхом підрахування загальної кількості балів, отриманих під час навчання і складання іспиту.

Оцінювання курсових робіт проводиться у формі їх публічного захисту на відкритому засіданні комісії за участю керівника курсової роботи та ще не менше одного викладача кафедри. Для викладу змісту роботи студент готує доповідь, розраховану на 3–5 хвилин. Як правило, вона будується в тій же послідовності, у якій виконана робота. Під час доповіді можуть використовуватися графічні та ілюстративні матеріали (таблиці, схеми, графіки). Після доповіді всі присутні студенти групи та члени комісії задають студенту запитання, на які він дає короткі, чітко аргументовані відповіді.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 1 – Розподіл балів за засвоєння змістових модулів протягом семестру для здобувачів денної форми навчання:

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					25 балів	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
37 бали					38 бали						

T1, T2 ... T10 – теми розділів, що входять в змістові модулі.

Шкала оцінювання в балах та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82-89	B
75-81	C
64-74	D
60-63	E
35-59	FX незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 – Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Лаб. роботи. Кількість (роб./год)	Практичні заняття (теми/години)	Контрольна робота	Колоквіуми
I	1,25	9	4 / 4	5/10	1	1
II	1,25	9	5 / 5	4/8	1	1
Курсова робота	1,5	–	–	–	–	–

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль	Разом
	1	2	
1. Практичні заняття (1 пр. – 1 бал)	5	4	9
2. Лабораторні роботи (ЛР1-9 – по 1 балу)	4	5	9
3. Колоквіум	16	16	32
4. Контрольна робота	12	13	25
Всього	37	38	75

Таблиця 4 – Оцінювання результатів захисту курсової роботи

1. Формування складу технологічних задач АСК	5
2. Визначення функціональної та технічної структури АСК диспетчерського центру електричної системи	5
3. Формування структури бази даних параметрів режиму ЕЕС	5
4. Виконання тривірневого графічного представлення заданої електричної системи за допомогою програмного комплексу «Аналіз чутливості втрат потужності»	10
5. Розрахунок та вибір складу керуючих пристроїв	10
6. Розрахунок налагоджувальних параметрів САК потоками потужності в замкнених контурах ЕЕС	10
7. Виконання імітаційних розрахунків з оптимального керування нормальними режимами ЕЕС у реальному часі	10
8. Розрахунок техніко-економічного ефекту від впровадження АСК	5
Захист курсової роботи	40
Всього	100 балів

14. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «АСК електричних систем».
2. Конспект лекцій.
3. Методичні вказівки до практичних занять.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
5. Питання на колоквиуми.
6. Питання до контрольної роботи.
7. Комплект екзаменаційних білетів.
8. Комплект комплексних контрольних робіт.

15. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	За бальною шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий)	90-100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати завдання з організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, і розв'язувати проблеми у кризових ситуаціях з урахуванням зовнішніх та внутрішніх впливів; усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; сформовано уміння викладати основні ідеї щодо організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.

	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї щодо організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
II Середній (репродуктивний)	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень реструктуризації та санації; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59 незадовільно з можливістю повторного складання	FX	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0-34 незадовільно з обов'язковим повторним ви- вченням дисци- пліни	F	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якогось значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

16. Рекомендована література

Базова

1. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. / О. В. Кириленко, М. С. Сегеда, О. Ф. Буткевич, Т. А. Мазур. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 608 с.

2. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Остра Н.В. АСК електроенергетичних систем. Методичні рекомендації для виконання практичних завдань та написання курсової роботи з дисципліни «АСК електричних систем». – Електронне видання. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – 102 с.

3. П. П. Говоров, В. П. Говоров та Кіндінова А. К. «Автоматизація керування режимами систем електропостачання та освітлення міст», Вісник ВПІ, вип. 5, Вінниця: ВНТУ с. 58–63, Жовт. 2021.

4. Пількевич І.А., Молодецька К.В., Сугоняк І.І., Лобанчикова Н.М. Основи побудови автоматизованих систем: Навчальний посібник. / Пількевич І.А., Молодецька К.В., Сугоняк І.І., Лобанчикова Н.М. // – Житомир : Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – 178 с.

5. Яндульський О. С., Нестерко А. Б., Тимохін О. В., Труніна Г. О. Регулювання частоти та потужності електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами

енергії: монографія. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2017. – 200 с.

6. Теорія автоматичного керування. Частина 2: Імітаційне моделювання систем автоматичного управління [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» програми професійного спрямування «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії» / НТУУ «КПІ»; уклад.: А. А. Марченко, Д. В. Настенко, Г. О. Труніна. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,73 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 94 с

7. Банін Д. Б., Банін М. Д., Гнатовський А. В. Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач. Моделі, методи, алгоритми і програми для промислових комп'ютерних комплексів: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 105 с.

8. Варецький Ю.О., Карач Л.В. Оперативно-диспетчерське керування електроенергетичними системами. — Львів, Вид. Національного ун-ту «Львівська політехніка». 2002. — 160 с.

9. Конспект лекцій з курсу «Автоматизовані системи керування електричними станціями. Укл. Покровський К.Б. Опубл. ВНС НУ «ЛП», 2012р.

10. Автоматичне регулювання частоти та перетоків активної потужності в енергосистемах. О.С. Яндульський, А.О. Стелюк, М.П. Лукаш; під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндульського, К.НТУУ «КПІ», 2010.-88с.

11. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила.(ГКД 34.20.507-2003). Затверджено наказом Мінпаливенерго України від 13 червня 2015 року № 296.

Додаткова

1. Яндульський О. С., Труніна Г. О., Нестерко А. Б. Оптимальне регулювання напруги в розподільній електричній мережі з джерелом розосередженого генерування з урахуванням їх належності одному власнику при використанні резерву активної потужності // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – №2/91. – С. 50–54.

2. Яндульський О. С., Дмитренко О. О., Заколюдажний В. В. Сумісне використання автоматизованих систем MicroSCADA та АСЗІ МП АРГОН в АСУ ТП. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2016. – №1(35). – С. 64–68.

3. Лежнюк П.Д., Кулик В.В. Оптимальне керування потоками потужності і напругою у неоднорідних електричних мережах. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 188 с.

Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс на платформі JetIQ ««Автоматизовані системи керування електричних систем» ВНТУ.
2. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>.
3. <http://any-book.org/download/68591.html>.
4. <https://studfile.net/preview/7649626/page:7/>.
5. <https://grandtesla.com.ua/service/aszd>.
6. <https://miroteks.com.ua/ua/p1992781-askue-askoe-vnedrenie.html>.

