

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

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

**Обов'язкова
Професійний
II (магістерський) рівень вищої
освіти**

Галузь знань **14 – Електрична інженерія**
Спеціальність **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Освітня програма: **Електричні станції**

Викладач: **Комар В. О., Сікорська О.В.**
Мова викладання: **українська**

Семестр – **2**
Кредитів ЕКТС – **4**
Лекцій – **18 год.**
Практичних – **18 год.**
Лабораторних – **9 год.**
Курсова робота – **1,5 кредити / 45 год.**
Самостійна робота – **30 год.**
Вид контролю: **іспит**

Передумови для вивчення дисципліни: дисципліна «Автоматизовані системи керування електричних станцій» базується на вивченні методологічних та теоретичних основ автоматизованих систем керування (АСК) електричних станцій, будови і структури галузевої АСК, методів оптимізації режимів електричних станцій в енергосистемі. Ця дисципліна пов'язана та доповнює такі дисципліни як «Обчислювальна техніка та САПР в енергетиці», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електричні системи та мережі», «Електричні машини», «Електричні апарати», «Перехідні процеси», «Математичні задачі енергетики», «Теорія автоматичного керування».

Мета викладання навчальної дисципліни полягає в тому, щоб оволодіти методами оптимального керування процесом виробництва і розподілу

електроенергії в умовах широкого використання сучасної обчислювальної техніки. Ознайомитись з методологічними та теоретичними основами АСК, з основами побудови і структури галузевої АСК енергетики, з особливостями роботи АСК ТП ЕС в нормальних, пускових і аварійних режимах, з методами оптимізації режимів ЕС в енергосистемі.

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.

Спеціальних (фахових):

СК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики та електротехніки.

СК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики.

СК05. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики та електротехніки.

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

СК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних систем, електротехнічних та електромеханічних об'єктів.

СК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці.

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.

Програмні результати вивчення дисципліни

РН1. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

РН2. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх моделюванні на персональному комп'ютері.

РН3. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

РН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

РН7. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

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

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	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов’язкова професійна	
Модулів – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка Освітня програма: Електричні станції	Рік підготовки (курс):	
Змістових модулів – 2		1	1
Індивідуальне науково-дослідне завдання — курсова робота та доповіді на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ		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	10
		Практичні, семінарські	
		18	5
		Лабораторні	
		9	5
		Курсова робота	
		45	45
Самостійна робота			
30	55		
Вид контролю			
Вид контролю: іспит			

2. Програма навчальної дисципліни

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методологічні і теоретичні основи побудови АСК електричних станцій.

Тема 1. Методологія створення АСК в енергетиці. Структура АСК.

Вступ. Література. Предмет вивчення та задачі курсу. Визначення - система, автоматизована система керування, АСК, оптимізація, класифікація АСК. Основні принципи керування АСК. Функціональні підсистеми АСК.

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

Тема 2. Оптимальне керування. Спостережність, керованість, ідентифікація, адаптація.

Умови ідентифікаційних процесів. Умови ідентифікуємості, ідентифікація процесів в часі. Керованість нелінійних систем. Постановка задач адаптивного керування. Визначення і класифікація видів адаптуємості. Критерії адаптуємості. Критерії оптимізації керування. Сучасні задачі оптимізації динамічних систем. Взаємодія "людина-машина" в АСК. Класифікація АСК по місцю і ролі в них людини.

Тема 3. Основи побудови АСК ЕС та їх експлуатація

Принципи побудови систем керування технологічним об'єктом (ТО). Основні етапи керування ТО. Ознаки АСК ТП. Мета і задачі АСК ТП ЕС. Ступінь досягнення поставленої мети – критерій оптимальності. Обмеження під час вибору керувальних дій. Інформаційні та керувальні функції АСК ТП ЕС. Функціональна структура АСК ТП ЕС. Різновиди АСК ТП.

Основні фази керування ТП. Функції автоматичного обчислення ТЕП і технічних показників. Визначення енергетичних характеристик. Оптимізація процесу горіння, тиску пари, вакууму. Обмін інформацією з іншими АСК. Функціональна структура АСК ТП атомного блоку.

Структурна схема. Функціональні групи (ФГ) виконавчих механізмів (ВМ). Логічні пристрої для індивідуального і групового керування ВМ. Основні дані обчислювального комплексу (ОК) для різних блоків - 300, 500, 800, 1000 МВт. Основні ФГ та їх характеристики. Приклади ФГ.

Змістовий модуль 2. Оптимізація режимів роботи ЕС.

Тема 4. Методи та засоби оптимізації режимів роботи ЕС.

Визначення і аналіз ТЕП в АСК ТП. Оперативні, змінні і звітні ТЕП. Періоди обчислення ТЕП. Структура визначення ТЕП. Алгоритм визначення оперативних ТЕП. Вимоги до програм визначення ТЕП.

Характеристика електростанцій. Енергетичні характеристики обладнання. Маневрені характеристики. Еквівалентні характеристики і їх

визначення в АСК ТП ЕС. Побудова еквівалентних характеристик ЕС методом динамічного програмування. Середньоінтервалні характеристики. Статистичні характеристики.

Найвигідніший розподіл навантаження між ЕС і блоками ЕС Розподіл навантаження між ТЕС. Розподіл навантаження в ЕЕС з ГЕС, АЕС і ГАЕС. Розподіл реактивної потужності між ЕС. Вибір оптимального складу агрегатів на ЕС.

Реалізація розрахунків найвигіднішого розподілу навантаження між ЕС та агрегатами. Групове керування. Пристрої типу ГРАМ і ГРРМ. Індивідуальне керування агрегатами ЕС. Керування ЕС в складі АСДК енергосистемами. Автоматизація оптимального керування. Використання в контурі керування мікропроцесорів, програмованих контролерів.

Тема 5. Комплекс технічних пристроїв АСК ЕС.

Обчислювальна техніка для АСК ТП. Принципи побудови ЕОМ і адаптації їх в АСК. Периферійні пристрої. Мультисистемні властивості ЕОМ. Режими роботи ЕОМ. Робота ЕОМ в мережі. Пристрої зв'язку ЕОМ з об'єктом керування.

Мікропроцесори і мікропроцесорні системи. Принцип побудови. Центральний процесор. Внутрішні і зовнішні магістралі. Елементи пам'яті. Пристрої для зв'язку з оператором. Інтерфейсні модулі. Програмовані контролери.

Засоби і системи зв'язку, передачі і відображення інформації. Канали зв'язку. Пристрої телемеханіки. Датчики інформації. апаратура передачі даних. Засоби відображення інформації індивідуального користування. Засоби відображення інформації колективного користування. Засоби відображення і діалогу.

Тема 6. Інформаційне і спеціальне математичне забезпечення.

Інформаційні основи обчислювальної техніки. Поняття інформаційного забезпечення - мова і її характеристика. База даних. Банк даних. Системи керування базами даних і знань. Кодування і зображення алфавітно-цифрової інформації в ЕОМ.

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, ведення і виведення інформації. Інтерфейс.

Технологія керування якістю функціонування АСК. Проблеми забезпечення надійності АСК. Надійнісна специфіка АСК. Методологія керування якістю функціонування АСК. Задачі керування якістю функціонування. Технологія керування якістю функціонування АСК.

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми
1	Вибір функціональної структури АСК ТП блока і ЕС. Визначення об'єму інформації АСК ТП блока і ЕС.
2	Визначення і аналіз ТЕП в АСК ТП.
3	Транспортна задача. Метод потенціалів.
4	Визначення робочих характеристик станції.
5	Обчислення економічного ефекту від впровадження АСК ЕС.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	Мікропроцесори в керуванні ТП.
2	Керування по стабілізації параметрів ТП.
3	Програмне керування ТП.
4	Регулювання напруги на шинах ЕС.
5	Дослідження оптимального складу агрегатів і розподіл навантаження між блоками ЕС.
6	Розрахунок усталеного режиму ЕЕС
7	Найвигідніший розподіл навантаження між станціями в енергосистемі.
8	Аналіз і прийняття оптимальних рішень, визначення законів керування систем автоматизованого керування.
9	Розробка системи оптимального керування ТП..

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Мікропроцесори і мікропроцесорні системи
2	Засоби і системи зв'язку, передачі і відображення інформації
3	Алгоритмічні основи обробки інформації
4	Організація передачі, ведення і виведення інформації
5	Поняття про експертні системи

Індивідуальні завдання

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

Завданням курсової роботи є закріплення знань та практичних навичок з визначення оптимального розподілу активної потужності між агрегатами і

електростанціями; побудова еквівалентних характеристик електричної станції.

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

Тематика курсової роботи

Курсова робота являє собою розрахунок оптимального розподілу активної потужності між агрегатами і електростанціями.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з наступних розділів:

Вступ.

1. Загальна характеристика оптимізаційних задач, які розв'язуються АСК ТП.

2. Підготовка вихідних даних для оптимізації режимів ЕЕС.

2.1. Прогнозування добових графіків навантаження ЕЕС для активної потужності.

2.2. Розрахунок і побудова витратних характеристик агрегатів і електростанцій в цілому.

3. Оптимальний розподіл активної потужності між агрегатами електричної станції.

4. Побудова еквівалентних характеристик електричної станції.

5. Побудова залежності втрат активної потужності від потужності генерації.

6. Оптимальний розподіл активної потужності між станціями за критерієм рівності відносних приростів витрати умовного палива.

Висновок

Список літератури

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 (курслова робота, реферати, есе тощо), підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ.

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 за допомогою електронних тестів у локальній мережі або у глобальній мережі (JetIQ, Google) та проведення усного або письмового опитування.

Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 1 – Розподіл балів за засвоєння змістових модулів протягом 2 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		
35 балів			40 балів				

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

Таблиця 2 – 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)	9	9	18
2. Лабораторні роботи (1 лр – 2 бали)	10	8	18
3. Контрольна робота	8	5	13
4. Колоквіум	8	8	16
5. Вирішення тестових завдань	-	10	10
Всього	35	40	75

Таблиця 3 – Оцінювання результатів захисту курсової роботи

Виконання розділу 1	10
Виконання розділу 2	10
Виконання розділу 3	10
Виконання розділу 4	10
Виконання розділу 5	10
Виконання розділу 6	10
Захист курсової роботи	40
Всього	100 балів

Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизовані системи керування електричних станцій».
2. Конспект лекцій.
3. Методичні вказівки до практичних занять.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
5. Питання на колоквіуми.

6. Питання до контрольної роботи.
7. Тести поточного контролю знань.
8. Комплект екзаменаційних білетів.
9. Комплект комплексних контрольних робіт.

Політика курсу

Здобувачі та викладачі повинні дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у **«Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ»**.

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм **«Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ»**.

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти (що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти), здобувачі можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у **«Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ»**.

Здобувачі мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але не лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до **«Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ»**, а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно **«Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ»**.

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах **«Кодексу етики ВНТУ»**.

Здобувачі ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до **«Антикорупційної програми ВНТУ»**.

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ:
<https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html> .

Рекомендована література

1. Лежнюк П.Д., Лук'яненко Ю.В., Кулик В.В. АСУ електричних систем: Лабораторний практикум. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 102 с.
2. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посібник для вузів / А.В. Журахівський - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010.
3. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж [Електронний ресурс] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 457 с.
4. Телемеханіка та автоматизовані системи керування в електроенергетиці: навч. посіб. / [П. Г. Плешков, С. В. Серебренников, К. Г. Петрова] ; М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. тех. ун-т. – Кіровоград : КНТУ, 2016. – 163 с.
5. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. – Київ: Індустрія, 2010. – 608 с. 17. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації : монографія / І. В. Хоменко, О. А. Плахтій, В. П. Нерубацький, І. В. Стасюк. – Харків : НТУ «ХПІ», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 132 с.
6. Автоматичне регулювання частоти та перетоків активної потужності в енергосистемах. О.С. Яндульський, А.О. Стелюк, М.П. Лукаш; під загальною редакцією О.С. Яндульського, К.НТУУ «КПІ», 2010.-88с.
7. Дуель М. А. Автоматизоване керування об'єктами та технологічними процесами теплових та атомних електростанцій / М. А. Дуель. – Харків, ПП «КіК», 2010. – 448 с.
8. Автоматизована система керування технологічними процесами підстанції 750 кВ / Б.С. Стогній, М.Ф. Сопель // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України: Зб. наук. пр. — К.: ІЕД НАНУ, 2009. — Вип 23. — С. 33-38.
9. Дистанційний курс на платформі JetIQ «Автоматизовані системи керування електричних станцій» ВНТУ.
10. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
11. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>