



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Прогнозування споживання та генерації енергії

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,
176 – Мікро- та наносистемна техніка

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

Кафедра

Електричних станцій (130)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Вибіркова, Фокусна підготовка

Семестр

2

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Махотіло Костянтин Володимирович

Kostiantyn.Makhotilo@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор

Автор понад 90 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи інформаційних технологій в електроенергетиці», «Облік та керування електроспоживанням», «Енергетична політика України та маркетинг енергії», «Моделювання та прогнозування електроспоживання», «Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна присвячена методам прогнозування споживання та генерації енергії на основі архівних даних. Перша частина присвячена особливостям задачі прогнозування, включаючи детерміновані та випадкові процеси. Розглядаються фактори, які впливають на споживання та генерацію енергії, такі як метеорологічні умови. На прикладі реальних даних вивчається прецедентний метод прогнозування електроспоживання також. Друга частина присвячена застосуванню штучних нейронних мереж для прогнозування. На прикладі нейромереж з радіальною базисною функцією вивчається метод побудови багатофакторних регресійних прогностичних моделей електроспоживання. Розглядаються методи групового врахування факторів за допомогою еквівалентних показників. Практичні заняття передбачають аналіз архівних даних, підготовку даних для навчання моделей та побудову предикторів споживання та генерації.

Дисципліна спрямована на розвиток навичок прогнозування, використання аналітичних інструментів та розуміння важливості факторів, що впливають на енергетичні процеси.

Мета та цілі дисципліни

Мета.

Формування знань про методи прогнозування електроспоживання в промисловості та побуті а також прогнозування генерації відновлюваних джерел енергії.

Цілі.

Знати:

- принципи прогнозування складних процесів;
- фактори, що прямо чи опосередковано впливають на електроспоживання;
- фактори, що прямо чи опосередковано впливають на генерацію ВДЕ;
- типи прогнозуючих моделей;
- методи параметричної ідентифікації моделей електроспоживання.

Вміти:

- ставити завдання на збір даних, необхідних для побудови прогнозуючої моделі споживання та генерації електричної енергії;
- застосовувати програмні засоби для побудови прогнозуючої моделі.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

СК1. Здатність обґрунтовано обирати, застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК3. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові й технічні методи для вирішення науково-технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки, оцінювати отримані результати.

СК8. Здатність планувати впровадження і керувати роботою відновлюваних джерел енергії для забезпечення сталого розвитку енергетики на основі технологій розумних мереж, розподіленої генерації та акумулювання енергії.

Результати навчання

РН2. Визначати напрями, розробляти й реалізовувати проєкти створення та модернізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН5. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати й оцінювати її.

РН7. Будувати й досліджувати фізичні, математичні й комп'ютерні моделі об'єктів та процесів електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки.

РН11. Розуміти та використовувати правові акти, норми, правила та стандарти в галузі електроенергетики, зокрема відновлюваних джерел енергії.

РН12. Застосовувати наявне та опанувати нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, а також мікро- та наноелектронних системах.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Без пререквізитів.

Навички роботи з електронними таблицями

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс зорієнтовано на самостійну пізнавальну діяльність слухачів, на їх вміння обробляти архівні дані про електроспоживання, будувати прогностичні моделі за допомогою програмних математичних пакетів, працювати з джерелами наукової та технічної інформації.

Використовуються репродуктивні методи навчання з опорою на поетапне формування розумових дій з елементами активних методів навчання.

Лекції проводяться в інтерактивному режимі з використанням мультимедійних технологій.

Практичні завдання виконуються з використанням платформи Microsoft 365 та вільного програмного забезпечення. Навчальні матеріали доступні для студентів у блокноті OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Цілі навчальної дисципліни

Значення даної навчальної дисципліни для забезпечення інших професійних навчальних дисциплін. Обсяг навчального матеріалу, види занять та організація роботи для його засвоєння

Змістовий модуль 1. Прогнозування по прецеденту

Тема 1. Задача прогнозування

Задачі прогнозування в метеорології, економіці та енергетиці. Математичне прогнозування в плануванні і управлінні енергосистемами. Прогнозування процесів по їх параметрах в даний момент часу і по їх передісторії. Прогнозування корельованих процесів.

Тема 2. Прогнозування детермінованих і випадкових процесів.

Задачі інтерполяції і екстраполяції. Підбір апроксимуючого многочлена для прогнозування детермінованих процесів. Метод і формула Колмогорова для прогнозування нестационарних випадкових процесів. Метод характеристичних складових

Тема 3. Фактори, що впливають на споживання та генерацію енергії.

Фактори, що впливають на споживання енергії на виробництві та у побуті: сезонні, метеорологічні, соціальні. Зв'язний характер споживання різних видів енергії. Вплив якості опалення на споживання електроенергії.

Фактори, що впливають на вироблення енергії сонячними та вітровими електростанціями: сезонні, метеорологічні. Методи отримання метеорологічних даних.

Тема 4. Прецедентний метод прогнозування електроспоживання.

Пошук прецедентного дня. Методи корегування прогнозу за вторинними факторами.

Змістовий модуль 2. Прогнозування за допомогою штучних нейронних мереж

Тема 5. Використання штучних нейромереж для моделювання складних нелінійних процесів.

Нейромережі з радіальною базисною функцією. Використання генетичного алгоритму для навчання нейромереж.

Тема 6. Принципи побудови багатофакторних регресійних прогностичних моделей електроспоживання на базі нейромереж.

Тема 7. Методи групового врахування факторів за допомогою еквівалентних показників.

Розрахунок еквівалентної зовнішньої температури.

Тема 8. Регресійні та авторегресійні моделі електроспоживання з розподіленими лаговими змінними.

Теми практичних занять

Тема 1.

Аналіз архівних даних про побутове електроспоживання, погодні умови та відпуск тепла.

Виявлення та ранжування факторів впливу.

Тема 2.

Підготовка даних до виділення кластерів схожих днів

Тема 3.

Виділення прецедентних днів. Розрахунок коефіцієнтів корекції прогнозу добового електроспоживання на відпуск тепла.

Тема 4.

Побудова прогнозу для перевірного року. Аналіз точності прогнозування.

Тема 5.

Підготовка даних для навчання нейронної мережі. Створення набору шаблонів. Конфігурування параметрів РБФ-мережі для програми Mendel

Тема 6.

Навчання нейромережевого предиктора добового електроспоживання з врахування календарних, сезонних, та температурних даних

Тема 7.

Навчання нейромережевих предикторів добового електроспоживання з врахування додаткових метеоданих, відпуску тепла та передісторії електроспоживання.

Тема 8.

Навчання нейромережевого предиктора генерації енергії сонячною панеллю.

Теми лабораторних робіт

Не передбачені програмою

Самостійна робота

Самостійна робота студента включає вивчення лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, виконання розрахункового завдання, вивчення додаткового матеріалу.

Індивідуальне завдання – розрахункове завдання.

Завдання сприяє формуванню навичок роботи з реальними даними АСКОЕ та прогнозування добового електроспоживання.

Розрахункова робота «Прогнозування електроспоживання житловим масивом м. Харкова»
Вихідні дані згідно варіанту.

Обсяг розрахункових робіт: 4–6 аркушів пояснювальної записки.

Термін подачі: 16-й тиждень.

Оцінюється: правильність проведення розрахунків та оформлення роботи.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Черненко П. О. Короткострокове прогнозування електричного навантаження електропостачальної компанії з використанням штучної нейронної мережі глибинного навчання / П. О. Черненко, В. О. Мірошник // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. - 2018. - Вип. 50. - С. 5-11. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PIED_2018_50_3.
2. Черненко П.О. Аналіз ефективності вирішення задачі короткострокового прогнозування сумарного електричного навантаження енергосистеми з використання ШНМ типу багатопартий персептрон / П.О. Черненко, О.В. Мартинюк, В.О. Мірошник // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології -2013 -№ 1 -С. 24-27. -Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeiet_2013_1_7.
3. Черненко П. О. Багаторівневе короткострокове прогнозування сумарного електричного навантаження енергооб'єднання / П. О. Черненко, О. В. Мартинюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №. 2. – С. 74 – 80.
4. Khotanzad A., et al. An adaptive modular artificial neural network hourly load forecaster and its implementation at electric utilities. IEEE Transactions on Power Systems, 1995, 10.3: 1716-1722.
5. Khotanzad A., et al. ANNSTLF-a neural-network-based electric load forecasting system. IEEE Transactions on Neural networks, 1997, 8.4: 835-846.
6. Khotanzad A., Afkhami-Rohani R., Maratukulam D. ANNSTLF-artificial neural network short-term load forecaster-generation three. IEEE Transactions on Power Systems, 1998, 13.4: 1413-1422.

7. Тимчук С. О. Вдосконалення методів достовіризації вихідної інформації на прикладах прогнозних задач в електроенергетиці : монографія / С. О. Тимчук, М. М. Черемісін, В. В. Черкашина. - Харків : Факт, 2020. – 192 с.

Додаткова література:

1. Вороновский Г. К. Усовершенствование практики оперативного управления крупными теплофикационными системами в новых экономических условиях – Х. : Изд-во «Харьков», 2002
2. Ивахненко А. Г., Лапа В. Г. Кибернетические предсказывающие устройства – К.: Наукова думка, 1965

Інформаційні ресурси в інтернеті:

1. Атлас інсоляції GLOBAL SOLAR ATLAS, <http://globalsolaratlas.info/>
2. Атлас вітрів GLOBAL WIND ATLAS, <https://globalwindatlas.info/>
3. Дані про генерацію ВЕС та СЕС в Німеччині Übertragungsnetzbetreiber, <https://www.netztransparenz.de/>
4. The Weather's Record Keeper Meteostat, <https://meteostat.net/en/station/34300>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Остаточна оцінка (100 балів) складається з:

- 50 балів за два модулі (25 та 25 балів);
- 30 балів за індивідуальне завдання
- 20 балів за іспит.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

28.08.23

Завідувач кафедри
Олександр ЛАЗУРЕНКО

28.08.23

Гарант ОП
Костянтин МАХОТІЛО