



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Основи термографії

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Електричних станцій (130)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова, фокусна

Семестр

6

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Булгаков Олексій Віталійович

Olexii.Bulhakov@khpj.edu.ua

Асистент кафедри

Автор понад 20 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи термографії», «Енергетичний менеджмент та аудит», «Відновлювальні джерела енергії та вторинні енергоресурси».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна "Основи термографії" надає студентам фундаментальні знання та практичні навички в галузі термографічного обстеження. Здобувачі ознайомлюються з принципами роботи тепловізорів, основами термічних процесів та їх застосуванням у різних галузях.

Курс охоплює теоретичний матеріал про фізичні основи термографії, включаючи розуміння інфрачервоного випромінювання та теплових властивостей матеріалів. Студенти отримують практичні навички у використанні тепловізорів, обробці термографічних зображень та інтерпретації отриманих даних.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення фізичних основ принципу роботи електронно-оптичних пристроїв для вимірювання теплового випромінювання та його співставлення з температурою поверхонь; вивчення методик використання тепловізорів у сфері термографічного аналізу об'єктів будівництва, електротехніки, механіки та інших сфер.; набуття навичок правильної інтерпретації і аналізу теплових зображень (термограм).

Результати навчання.

Знати:

– Фізичні основи термографії, включаючи принципи інфрачервоного випромінювання та теплові властивості матеріалів.

– Принципи роботи та будови тепловізорів, їх функціональні можливості та обмеження.

Вміти:

- Користуватися термовізорами для отримання термографічних зображень.
- Оброблювати та аналізувати термографічні зображення.
- Ідентифікувати теплові аномалії та визначати технічний стан об'єктів за допомогою термографії.

Формат занять

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

Компетентності

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K28. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з проведенням енергетичного аудиту, розробки та впровадженні заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності різних об'єктів та систем енергетичного менеджменту.

Результати навчання

ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР27. Знати і розуміти процеси енергетичного аудиту, розробки та впровадженні заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, розробки та впровадженні системи енергетичного менеджменту.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 24 год., практичні заняття – 12 год., самостійна робота – 84 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Попередні дисципліни:

Дисципліна " Вступ до спеціальності. Ознайомча практика

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться в інтерактивному режимі з використанням мультимедійних технологій.

Практичні завдання виконуються з використанням відкритого програмного забезпечення PCIRmeter та платформи Microsoft 365. Навчальні матеріали доступні для студентів на сайті дисципліни thermography.online.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Введення в термографію.

Тема 2. Принципи інфрачервоної термографії.

Тепло і теплопередача, основи теплопровідності, Закон теплопровідності Фур'є, Теплова провідність / опір, основи конвекції, Закон Ньютона-Ріхмана (основний закон тепловіддачі), основи випромінювання, електромагнітний спектр, пропускання атмосфери, Діапазони інфрачервоних хвиль і оптичні матеріали для термографії, Зразкові джерела інфрачервоного випромінювання, закон Планка, Закон зміщення Віна, Закон Стефана-Больцмана, Коефіцієнти випромінювання, відображення і пропускання, випромінювальна здатність, Фактори, що впливають на радіаційну здатність.

Тема 3. Обладнання для термографії і збір даних.

Принципи роботи тепловізора, Критерії вибору тепловізора, спектральний діапазон, Діапазон вимірювань температури, Теплова чутливість (NETD), вибір об'єктива, оптичний дозвіл, Робота обладнання, Пристосування і допоміжні пристрої, Функції управління тепловізором, ISO 18434-1, Заходи безпеки під час збирання даних, Отримання зображення хорошої якості, композиція зображень, Чіткість зображення (оптичний фокус), Налаштування температурних параметрів (діапазон, рівень, дозвіл), вибір палітри, Визначення випромінювальної здатності, Виявлення, усунення та запобігання появи помилок зображення, Критерії вибору діапазону хвиль, Виявлення та компенсація відбитого випромінювання, Виявлення та компенсація конвекційних ефектів, Виявлення та компенсація ефектів провідності, Вплив недостатньої випромінювальної здатності. калібрування тепловізорів. Умови навколишнього середовища і режим роботи об'єкта, Зберігання даних і зображень.

Тема 4. Обробка зображень.

вимірювання температури, ISO 18434-1, Безконтактна термометрія, Порівняльна кількісна термографія, Порівняльна якісна термографія, Вплив умов навколишнього середовища, Вимірювальні пристрої тепловізора, Вимірювальний інструмент, вибір палітри, Регулювання рівня і дозволу, Поправка на відстань (атмосферні умови), Поправка на радіаційну здатність, Статистичний аналіз, віднімання зображень, монтаж зображень, Побудова температурного тренда, Загальне керівництво по інтерпретації зображень, Загальне керівництво по встановленню критеріїв температурного стану (ISO 18434-1, стандарти, правила технічної експлуатації).

Тема 5. Загальні застосування

Типові застосування термографії в промисловості, Активна і пасивна термографія.

Тема 6. Діагностування і прогнозування

Основні принципи діагностування (ISO 13379), Основні принципи прогнозування (ISO 13381-1).

Тема 7. Застосування методів контролю стану

Принципи пристрою машин (конструкції і вузли), Типові несправності машин, їх причини та пов'язані з ними температурні ознаки, Оцінка температурного стану та критерії приймання (правила технічної експлуатації, стандарти), Безпека експлуатації машин, ISO 18434-1.

Тема 8. Коригувальні дії

Коригувальні та запобіжні дії, пов'язані з роботою машин.

Тема 9. Звітність та нормативні документи (національні, регіональні та міжнародні стандарти)

Складання звітів, Відповідальність фахівців-термографів і кінцевих користувачів.

Теми практичних занять

Тема 1. Отримання термограм навчального корпусу при задовільних погодних умовах.

Тема 2. Лабораторне визначення коефіцієнту відображення різних матеріалів.

Тема 3. Ознайомлення із програмним забезпеченням для обробки теплових зображень.

Тема 4. Складання звіту про термографічне обстеження за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення

Теми лабораторних робіт

Самостійна робота

Розрахункове завдання "Складання звіту з термографічного обстеження сонячної електростанції".
Обсяг: 15-20 с. Термін подачі: 16-й тиждень.

Проходження онлайн-курсів на освітніх платформах за тематикою дисципліни (за бажанням):

Онлайн-курс [Infrared Thermography - Essentials Guide](#) на платформі Udeemy, безкоштовний доступ до матеріалів платформи надається шляхом подання викладачем реєстраційних списків до директора науково-технічної бібліотеки НТУ "ХПІ"

Онлайн-курс [Thermography basics](#) на платформі SKF e-learning, доступний без реєстрації

Література та навчальні матеріали

Навчальний ресурс [thermography.online](#)

Introduction to Thermography basics 2014 Infrared Training Center

Введення в термографію 2009 American Technical Publishers, Inc., Fluke Corporation, and The Snell Group.

Introduction to Thermography Principles. 2009 American Technical Publishers, Inc., Fluke Corporation, and The Snell Group.

Introduction to Infrared Thermography. 2007 Jeff Beard

Махотіло К. В., Лисенко Л. І., Булгаков О. В. О 75 Основи термографії : навчальний посіб. / К.В.

Махотіло, Л. І. Лисенко, О. В. Булгаков. Харків : ФЛП Панов А.М., 2021. 106 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Остаточна оцінка складається з:

30 балів за дві модульні контрольні роботи,

20 балів за виконання завдань лабораторних робіт,

30 балів за практичне оцінювання (розрахункове завдання, виконання практичних завдань, неформальна освіта (додаткові бали за наявність сертифікату про проходження онлайн-курсу при тематичній відповідності, за участь у конкурсах студентських наукових робіт та олімпіадах за тематикою дисципліни))

20 балів за екзамен.

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 добросовісності 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 добросовісності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Олександр ЛАЗУРЕНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Костянтин МАХОТІЛО