



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Фізичні основи інфрачервоної техніки

Шифр та назва спеціальності

144 – Теплоенергетика

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Промислова та комунальна теплоенергетика.
Енергетичний менеджмент та енергоефективність

Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова, профільна,

Семестр

4

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Егорова Ольга Юріївна

olha.yehorova@khpі.edu.ua

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ».

Автор понад 160 наукових і навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Сонячна теплоенергетика», «Тепломасообмін», «Теплові і атомні електричні станції» та інші

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Шинкаренко Ірина Миколаївна

Iryna.Shynkarenko@khpі.edu.ua

старший викладач кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ».

Автор 55 наукових і навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Типові теплотехнологічні об'єкти та процеси АПВ та інші

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Викладено фізичні основи інфрачервоної техніки, що стосуються, головним чином, отримання інфрачервоних зображень і неконтактного вимірювання температури незначно нагрітих тіл. Наводяться відомості про природу та властивості інфрачервоних випромінювань, про джерела і приймачі цих випромінювань, про особливості їх проходження через оптичні матеріали та

речовини та про сучасну техніку отримання інфрачервоних зображень.. Викладено методи розрахунку основних елементів приладів, їх характеристик.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу - опанувати теорію і принципи побудови основних видів інфрачервоної техніки. Принципи застосування теплового випромінювання в інфрачервоній апаратурі. Розуміння особливостей взаємодії матеріалів з ІЧ - випромінюванням. Опанування методики визначення характеристик інфрачервоного випромінювання в широкому діапазоні температур. Ознайомлення з основними класами ІЧ-технічних засобів.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, індивідуальне розрахункове завдання, консультації. Підсумковий контроль -екзамен.

Компетентності

ІК-1. Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК-3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК-8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК-9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ФК-2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК-8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

Результати навчання

ПРН-4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН-5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН-6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН-9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН-11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН-14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

ПРН-15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика, Фізика, Теплотехнічні вимірювання та прилади, Технічна термодинаміка

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Переважають застосовуються структурно-логічні технології: поетапна організація навчання, що забезпечує логічну послідовність постановки і вирішення дидактичних завдань на основі поетапного відбору їх змісту, форм, методів і засобів із урахуванням діагностування результатів навчання. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях застосовані комп'ютерні, мультимедійні технології. Під час такого освітнього процесу студент може комунікувати з викладачем он-лайн, вирішувати творчі, проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Основні поняття і визначення теорії інфрачервоного випромінювання.

Місце інфрачервоного діапазону на шкалі електромагнітних випромінювань. Термінологія теорії теплового випромінювання. Енергетичні величини та одиниці їх виміру. Температурні шкали.

Тема 2. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла.

Загальні положення теорії випромінювань і формулювання її законів. Закон Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Планка. Практичне використання формули Планка.

Тема 3. Випромінювання нечорних тіл.

Закон Кірхгофа і поняття про селективний та сірий випромінювачі. Закон Ламберта та його застосування. Випромінювальна здатність діелектриків та металів. Інтерпретація дослідних даних.

Тема 4. Оптичні методи визначення температури.

Загальні положення. Енергетична температура. Яскравісна температура. Колірна температура. Температура полум'я та нагрітих газів.

Тема 5. Визначення випромінювальної здатності.

Методика визначення випромінювальної здатності матеріалів за високих температур. Визначення випромінювальної здатності твердих тіл за низьких температур. Випромінювальна здатність напівпрозорих твердих тіл. Випромінювальна здатність полум'я. Основні принципи фотометрії негативних потоків випромінювання.

Тема 6. Теплообмін випромінюванням в непоглинаючому середовищі.

Теплообмін випромінюванням між абсолютно чорними твердими тілами. Теплообмін випромінюванням між сірими тілами.

Тема 7. Теоретичний опис моделей абсолютно чорного тіла.

Загальна теорія випромінювання увігнутих тіл. Випромінювання порожньої сфери з отвором на поверхні. Випромінювання порожнього циліндра у бік відкритого кінця. Випромінювання довільних увігнутих циліндричних поверхонь. Методи наближеного оцінювання моделей абсолютно чорного тіла.

Тема 8. Спеціальні джерела інфрачервоного випромінювання.

Класифікація джерел випромінювання та загальна інформація про них.

Джерела некогерентного інфрачервоного випромінювання. Джерела температурного випромінювання. Електролюмінесцентні та змішані джерела випромінювання. Природні джерела ІЧ-випромінювання. Джерела когерентного інфрачервоного випромінювання.

Тема 9. Приймачі інфрачервоного випромінювання..

Класифікація приймачів ІЧ-випромінювання. Неселективні теплові приймачі випромінювання. Термоелементи. Болметри. Оптико-акустичні та пневматичні приймачі. Піроелектричні приймачі (ПЕП) Фотоефект. Основні співвідношення внутрішнього і зовнішнього фотоефектів. Принцип дії і будова. Параметри та характеристики приймачів. Приймачі із зовнішнім фотоефектом. Охолодження приймачів ІЧ-випромінювання. Криостати. Термоелектричні холодильники. Холодильники Джоуля - Томсона. Холодильники з перенесенням хладагента. Коефіцієнт використання випромінювання.

Тема 10. Перетворювачі інфрачервоного випромінювання.

Електронно-оптичні перетворювачі зображення. Будова та принцип дії. Параметри та характеристики.

Тема 11. Оптичні матеріали та оптичні системи для інфрачервоної області спектру
Матеріали для оптичних систем ІЧ-приладів. Фільтри ІЧ-області спектру. Оптичні системи ІЧ-області спектра.

Тема 12. Застосування інфрачервоної техніки.

Спектроскопія. Тепловізійна техніка. Радіометричні та тепловізійні методи дистанційного зондування.

Тема 13. Функціональна схема, склад та будова тепловізорів.

Фотоприймальні пристрої ТВП. Частотна смуга пропускання електронного тракту у ТВП. Геометричні розміри чутливих елементів МФПУ та його топологія. Робочий спектральний діапазон ТВП. Чутливість МФПУ до ІЧ випромінювання. Вплив неоднорідності параметрів елементів МФПУ на якість тепловізійного зображення. Оптичні системи ТВП. Системи підтримки робочої температури ІЧ. Блоки обробки сигналів. Дисплеї.

Тема 14. Визначення характеристик ТВП.

Розрахункові оцінки характеристик ТВП. Енергетичні розрахунки ТВП. Розрахункові оцінки ефективності використання ІЧ приладів. Розрахункові оцінки дальності дії при заданій ймовірності правильного розв'язання задачі. Вимірювання характеристик ТВП. Вимірювання енергетичних характеристик ТВП.

Теми практичних занять

Тема 1. Випромінювання оптичної області спектра. Природа світла. Енергія фотона. Оптичний спектральний діапазон.

Тема 2. Промениста енергія, енергетичні величини й одиниці.

Тема 3. Основні закони інфрачервоного випромінювання.

Тема 4. Загальні закономірності випромінювання абсолютно чорного тіла

Тема 5. Інфрачервоне випромінювання реальних тіл

Тема 6. Методика визначення випромінювальної здатності матеріалів за високих температур

Тема 7. Теплообмін випромінюванням між абсолютно чорними твердими тілами.

Тема 8. Теплообмін випромінюванням між сірими тілами.

Тема 9. Випромінювання тіл різних форм.

Тема 10. Джерела інфрачервоного випромінювання.

Тема 11. Приймачі інфрачервоного випромінювання.

Тема 12. Матеріали для оптичних систем ІЧ-приладів

Тема 13. Тепловізійна техніка, конструкція та особливості використання тепловізора DALI модель ТІ 28/12/18_22TU50021

Тема 14. Розрахункові оцінки характеристик ТВП. Енергетичні розрахунки ТВП. Розрахункові оцінки ефективності використання ІЧ приладів.

Тема 15. Вимірювання характеристик ТВП. Вимірювання енергетичних характеристик ТВП.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання, де необхідно розв'язати певний набір задач і відповісти на контрольні запитання. Для успішного виконання завдання перш за все потрібно вивчити (повторити) теоретичний матеріал за рекомендованою літературою. Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Колобродов В.Г., Лихоліт М.І. Проектування тепловізійних і телевізійних систем спостереження. - Київ, НТУУ «КПІ», 2007. – 363 с
2. Ашанін В.С., Пасько В.В. Обробка та візуалізація даних наукових досліджень: Навчальний посібник. Частина 1. - Харків : ХДАФК, 2020. - 132 .
3. Дунаєвський В.І. Інфрачервона термографія як інструмент наукових досліджень / В.І. Дунаєвський, А.І. Ліптуга, В.І. Тимофеев та ін. // "ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи": XIX Міжнародна науково-технічна конференція, 2020: Збірник матеріалів конференції. – Київ, 2020. – С. 96–98.
4. Venger, Y. F. Infrared Thermography as an Effective Tool for Research and Industrial Application / Venger Y. F., Dunaievsky V. I., Kotovskyi V. Y. , Bolgarska S. V., Kyslyi V. P., Tymofeyev V. I., Orel V. E., Nazarchuk S. S. // Sci. innov. – 2021. – №17 (5).
5. Tyagur V. M. Passive optical athermalization of an IR three-lens achromat / V. M. Tyagur, O. K. Kucherenko and A. V. Murav'ev // Journal of Optical Technology. — vol. 81 (4). — 2014. — pp. 199–203.

Додаткова література:

1. Gaussorgues G: 'Infrared thermography', 61–101; 1995, London, Chapman & Hall. Електронний ресурс: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-011-0711-2>
2. Якимчук, А. Ю. Сучасна термографія та перспективи її застосування в області медицини / А. Ю. Якимчук // XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р., м. Київ, Україна : збірник праць. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 421–423. – Бібліогр.: 5 назв.
3. Venger, Y. F. Infrared Thermography as an Effective Tool for Research and Industrial Application / Venger Y. F., Dunaievsky V. I., Kotovskyi V. Y. , Bolgarska S. V., Kyslyi V. P., Tymofeyev V. I., Orel V. E., Nazarchuk S. S. // Sci. innov. – 2021. – №17 (5). ISSN 2409-9066.
4. Dunaievsky Vadym Expanding the modern approaches of diagnostics of the state of a biological object by introducing infrared thermography / Vadym Dunaievsky, Vitalii Kotovskyi, Svitlana Nazarchuk, Volodymyr Kyslyi // Monograph «National health as determinant of sustainable development of society». – SEMPA. – Bratislava. – 2021. – pp. 35–55.
5. Електронний ресурс Infrared Thermography - Essentials Guide/ <http://surl.li/yaadz/>
6. Електронний ресурс: <https://gtest.com.ua/uk/statti>
7. Електронний ресурс Trimen: <https://trimen.com.ua/ua/>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).
Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі).
Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та розрахункове завдання (по 20%).

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

15.06.2023



Завідувач кафедри
Микола КУНДЕНКО

15.06.2023



Гарант ОП
Ольга КРУГЛЯКОВА