

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термoeлектрики та медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ
09 серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Термoeлектричні вимірювальні прилади

(вибіркова)

Освітньо-наукова програма	<u>Прикладна фізика та наноматеріали</u>
Спеціальність	<u>105 Прикладна фізика та наноматеріали</u>
Галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>
Рівень вищої освіти	<u>Другий (магістерський)</u>
<u>Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук</u>	
Мова навчання	<u>Українська</u>

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «**Термoeлектричні вимірювальні прилади**» складена відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 5 від «29» травня 2023 року).

Розробник:

Кобилянський Роман Романович, доцент, кандидат фізико-математичних наук.

Викладач:

Кобилянський Роман Романович, доцент, кандидат фізико-математичних наук.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термоелектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри

К.Р.Р. Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН

Козярьський І.П. Козярьський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: формування у студентів знань, умінь та навичок, необхідних для розуміння фізичних основ роботи термоелектричних вимірювальних приладів; вивчення термоелектричних явищ та їх застосування в вимірювальній техніці; освоєння принципів проектування та конструювання термоелектричних перетворювачів; формування навичок калібрування та метрологічної повірки термоелектричних приладів; вивчення методів підвищення точності вимірювань та обробки результатів; розуміння особливостей застосування термоелектричних вимірювальних систем в різних галузях науки і техніки; освоєння сучасних методів автоматизації вимірювань та цифрової обробки сигналів термоелектричних перетворювачів.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсів, передбачених ОПП «Прикладна фізика та наноматеріали» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, зокрема «Фундаментальні засади прикладної фізики», «Вступ до метрології», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Математичний аналіз», «Механіка», «Молекулярна фізика».

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

- розкрити фізичні основи термоелектричних явищ та їх застосування у вимірювальній техніці;
- вивчити принципи роботи та конструктивні особливості термоелектричних перетворювачів різних типів;
- освоїти методи розрахунку та проектування термоелектричних вимірювальних приладів;
- розглянути особливості використання різних термоелектричних матеріалів та їх характеристики;
- вивчити методи калібрування та метрологічної повірки термоелектричних вимірювальних приладів;
- освоїти сучасні методи обробки сигналів термоелектричних перетворювачів та оцінки похибок вимірювань;
- ознайомитися з принципами побудови вимірювальних схем та систем на основі термоелектричних перетворювачів;
- розглянути методи підвищення точності та чутливості термоелектричних вимірювальних приладів;
- вивчити особливості застосування цифрових методів обробки даних та автоматизації вимірювань;
- сформувати практичні навички роботи з термоелектричною вимірювальною апаратурою та методами оцінки її метрологічних характеристик.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Термоелектричні вимірювальні прилади» сприяє формуванню у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку їх якості.

ЗК8. Здатність узгоджувати дії та рішення з нормами законодавства та стандартизації.

Фахові компетентності (ФК)

ФК1. Здатність використовувати закони й принципи прикладної фізики та наноматеріалів у поєднанні із потрібними вищого рівня математичними інструментами для

опису природних явищ.

ФК3. Здатність будувати відповідні моделі природних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи.

ФК4. Здатність розробляти і впроваджувати комп'ютерні програми та використовувати існуючі.

ФК8. Здатність зорієнтуватися на рівні спеціаліста в певній вузькій області прикладної фізики та наноматеріалів, яка лежить поза межами вибраної спеціалізації.

ФК9. Здатність ефективно використовувати на практиці різні теорії в області навчання.

ФК13. Здатність використовувати знання з фізико-технологічних основ створення і використання термоелектричних джерел живлення з відновлювальними джерелами енергії.

ФК14. Здатність використовувати діагностичну термоелектричну апаратуру для діагностики різноманітних захворювань організму людини.

ФК16. Здатність обслуговувати та ремонтувати діагностичну термоелектричну апаратуру.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

Знати: основні положення інформаційно-енергетичної теорії в застосуванні до термоелектричних вимірювальних приладів і систем; будову, принцип роботи, основні параметри і характеристики термоелектричних вимірювальних перетворювачів, приймачів інфрачервоного і лазерного випромінювання, сенсорів теплового потоку, тепломірів, мікрокалориметрів та інших приладів; фізичні моделі та теплові процеси у термоелектричних вимірювальних приладах; класифікацію термоелектричних вимірювальних приладів; особливості застосування термоелектричних вимірювальних приладів та специфіку виконання вимірювань; комп'ютерні методи та засоби проектування і оптимізації термоелектричних вимірювальних приладів;

вміти: застосовувати одержані знання на практиці, а саме: практично досліджувати властивості термоелектричних приладів та вимірювати за їх допомогою фізичні параметри різних об'єктів; практично оцінювати точність термоелектричних вимірювальних приладів і виконаних експериментів; застосовувати набуті знання, уміння та навички у практиці наукових досліджень та професійній діяльності.

Вивчення даної навчальної дисципліни забезпечує досягнення здобувачем наступних **програмних результатів навчання (ПР):**

ПРН1. Знати і розуміти фізичні принципи роботи, конструкції та параметри нетрадиційних і альтернативних джерел енергії; механічні, гідравлічні і гідродинамічні, хімічні, електрохімічні, електричні і теплові акумулятори енергії; фізичні методи енергозбереження при передачі електричної, теплової, механічної енергії.

ПРН2. Знати і розуміти загальну теорію термоелектричних перетворювачів енергії та фізичні основи їх роботи; визначення термодинамічної ефективності перетворення енергії; перехідні процеси в термоелектричних приладах.

ПРН4. Знати і розуміти основні положення інформаційно-енергетичної теорії в застосуванні до термоелектричних вимірювальних елементів; класичні термодинамічні і новітні вихрові термоелементи; будову, принцип роботи, основні параметри і характеристики термоелектричних вимірювальних елементів як сенсорів приймачів інфрачервоного і лазерного випромінювання, тепломірів, мікрокалориметрів і інших приладів. Особливості застосування термоелектричних вимірювальних елементів, специфіку виконання вимірювань.

ПРН8. Застосовувати отримані знання для вирішення конкретних науково-дослідних, інформаційно-пошукових, дослідно-конструкторських, виробничих, методичних та інших завдань.

ПРН10. Брати участь у розробці фізичних моделей та інтерпретації фізичних процесів, створенні методик вимірювань, апаратури та обладнання для вивчення

Термоелектричні вимірювальні прилади та їх класифікація						
Тема 5. Термоелектричні прилади для вимірювання температури (термометри, термопари).	15	2	-	2	-	11
Тема 6. Термоелектричні прилади для вимірювання кількості тепла (мікрокалориметри).	15	2	-	2	-	11
Тема 7. Термоелектричні прилади для вимірювання густини теплового потоку (тепломіри).	15	2	-	2	-	11
Тема 8. Основні методи підвищення ефективності та перспективи розвитку термоелектричних вимірювальних приладів. Інноваційні розробки.	15	2		2		11
Разом за ЗМ2	60	8		8		44
Усього годин	120	16		16		88

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Історія виникнення перших термоелектричних вимірювальних приладів та перспективи їх застосування - Відкриття термоелектричних явищ та їх перше практичне застосування. Роботи Зеєбека, Пельтьє та Томсона. - Розвиток термоелектричного приладобудування в XIX-XX століттях. Основні етапи та досягнення. - Сучасний стан та перспективи розвитку термоелектричних вимірювальних приладів. Нові області застосування.
2.	Загальні особливості термоелектричних вимірювальних приладів і систем, їх фізичні моделі та класифікація - Основні типи термоелектричних приладів та їх класифікація за принципом дії, конструкцією та призначенням. - Фізичні моделі термоелектричних перетворювачів. Теплові та електричні процеси в термоелектричних системах. - Характеристики термоелектричних приладів: чутливість, точність, швидкодія, надійність. Фактори впливу на характеристики.
3.	Фізичні принципи вимірювань. Вимірювальні схеми - Основні методи термоелектричних вимірювань: прямі, компенсаційні, диференціальні. - Вимірювальні схеми термоелектричних приладів. Мостові, потенціометричні та компенсаційні схеми. - Методи підвищення точності вимірювань. Компенсація похибок та захист від завад.
4.	Сучасні цифрові вимірювальні комплекси. Метрологічне забезпечення - Структура та принципи роботи цифрових вимірювальних комплексів. Аналого-цифрове перетворення сигналів. - Методи обробки та аналізу даних в цифрових системах. Програмне забезпечення вимірювальних комплексів. - Метрологічне забезпечення термоелектричних вимірювань. Калібрування, повірка та оцінка похибок.
5.	Термоелектричні прилади для вимірювання температури (термометри, термопари)

	1. Конструкція та принцип дії термоелектричних термометрів. Види термопар та їх характеристики. 2. Методи градуювання та калібрування термоелектричних термометрів. Стандартні градуювальні таблиці. 3. Особливості застосування термоелектричних термометрів в різних умовах. Захисна арматура та компенсаційні провідники.
6.	Термоелектричні прилади для вимірювання кількості тепла (мікрокалориметри) 1. Фізичні основи термоелектричної калориметрії. Конструкція та принцип дії мікрокалориметрів. 2. Методи вимірювання теплових ефектів. Диференціальні та ізотермічні мікрокалориметри. 3. Застосування термоелектричних мікрокалориметрів в наукових дослідженнях та промисловості. Метрологічні характеристики.
7.	Термоелектричні прилади для вимірювання густини теплового потоку (тепломіри) 1. Фізичні принципи вимірювання теплових потоків. Конструкція та типи термоелектричних тепломірів. 2. Методи калібрування тепломірів. Абсолютне та відносне градуювання. 3. Особливості застосування термоелектричних тепломірів в різних галузях. Вимірювання стаціонарних та нестаціонарних теплових потоків.
8.	Основні методи підвищення ефективності та перспективи розвитку термоелектричних вимірювальних приладів. Інноваційні розробки 1. Сучасні методи підвищення чутливості та точності термоелектричних приладів. Нові конструктивні рішення. 2. Застосування нових матеріалів та технологій в термоелектричному приладобудуванні. Наноструктуровані матеріали. 3. Інноваційні розробки в області термоелектричних вимірювальних приладів. Інтелектуальні системи та автоматизація вимірювань.

Контроль опрацювання лекційного матеріалу проводиться під час модульних контрольних робіт. Бали за цю роботу в рамках кожної теми входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1.	Дослідження характеристик термопар різних типів (до Теми 5)
2.	Калібрування термоелектричних термометрів (до Теми 5)
3.	Дослідження характеристик термоелектричного мікрокалориметра (до Теми 6)
4.	Градуювання термоелектричного тепломіра (до Теми 7)
5.	Вимірювання теплових потоків термоелектричними перетворювачами (до Теми 7)
6.	Дослідження цифрової системи обробки термоелектричних сигналів (до Теми 8)

Контроль виконання завдань, винесених на підготовку та виконання лабораторних занять, виконання необхідних розрахунків проводиться в рамках модульного контролю, переглядом звітів з виконання лабораторних робіт та захистом студентами лабораторних робіт. Бали за цю роботу в рамках кожної теми входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
---	---

1.	Історія розвитку термоелектричних явищ та їх застосування у вимірювальній техніці
2.	Внесок українських вчених у розвиток термоелектричного приладобудування
3.	Сучасні досягнення в галузі термоелектричних матеріалів та їх характеристики
4.	Методи підвищення чутливості та точності термоелектричних перетворювачів
5.	Стандартизація термоелектричних вимірювань та міжнародні стандарти градування термопар
6.	Особливості виготовлення та експлуатації термоелектричних перетворювачів
7.	Методи захисту термоелектричних приладів від зовнішніх впливів та завад
8.	Автоматизація термоелектричних вимірювань та обробка результатів
9.	Метрологічне забезпечення термоелектричних вимірювань в Україні
10.	Термоелектричні вимірювальні системи провідних світових виробників
11.	Перспективні напрямки розвитку термоелектричного приладобудування
12.	Інтелектуальні термоелектричні вимірювальні системи та їх застосування
13.	Перетворювачі на основі термобатарей. Області застосування термоелектричних перетворювачів на основі термобатарей.
14.	Основні досягнення в розробці і створенню напівпровідникових вимірювальних перетворювачів
15.	Особливості вимірювання температури поверхонь контактними термоелектричними термометрами.
16.	Вдосконалення теорії термоелектричних вимірювальних приладів на основі інформаційно-енергетичної теорії

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Методи навчання

Методи навчання:

лекції: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;

лабораторні заняття: метод проблемного підходу, дослідницький метод.

Самостійна робота студентів передбачає: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з лабораторних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосуванням електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, лабораторні заняття, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуємо методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю:* модульні контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних робіт;

- *засоби самоконтролю*: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді студентів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- усна відповідь студента при здачі лабораторної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи.

Зазначені форми контролю на лекційних та лабораторних заняттях є обов'язковими для всіх студентів.

Форма підсумкового контролю – залік.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю є:

- знання теоретичного матеріалу
- практичні навички
- самостійність і критичне мислення
- якість виконання завдань
- активність на заняттях
- дотримання термінів виконання завдань
- академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують студенти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2		
T1 – T4	T5 – T8	40	100
30	30		

T1 – T8 – теми змістових модулів

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання студентів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом певних знань передбаченим результатом навчання, коли студент опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На залік виносяться три питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни: одне питання базового рівня, яке оцінюється 10 балами; два складніші питання – по 15 балів кожне.

Питання оцінюються балами за наступними критеріями:

- **81-100% від максимальної кількості балів:** коли студентом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання, уміло застосовані теоретичні знання, висвітлені питання не за завченою схемою, а своїми словами, з глибоким розумінням всіх основних процесів і явищ електромагнетизму у природі і вимірювальних пристроях.
- **51-80% від максимальної кількості балів:** коли студентом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні закономірностей чи у записах аналітичних виразів, окремі моменти не дістали належного з'ясування.
- **31-50% від максимальної кількості балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки у поясненні основних явищ електромагнетизму.
- **0-30% від максимальної кількості балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні, виявляють незнання студентом програмного матеріалу, містять грубі помилки, що свідчить про нерозуміння основних понять та явищ електромагнетизму.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Залік за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)	Зараховано
80-89	B	4 (добре)	
70-79	C	4 (добре)	
60-69	D	3 (задовільно)	
50-59	E	3 (задовільно)	
35-49	Fx	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	Не зараховано
1-34	F	2 (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання	

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (залік).

Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

«А»	– постійно готувався до занять та згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань;
------------	---

90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до підготовки та виконання лабораторних робіт; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«B» 80-89 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконав усі лабораторні роботи; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
«C» 70-79 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань лабораторних занять; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності при усних відповідях, тестуванні; – не проявляв належної активності на лекційних та лабораторних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; неохайно виконував завдання лабораторних робіт.
«D» 60-69 балів ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу, не належним чином виконав практичні завдання; – виконав не всі завдання для самостійної роботи, або не виконав хоча б одну лабораторну роботу.
«E» 50-59 балів ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні; – не проявляв належної активності на лабораторних заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – виконав не всі лабораторні роботи; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.

«Fх» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – не проявляв активності на практичних заняттях; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконував лабораторні роботи; – не виконав завдання модульного контролю.
«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях, тестуванні; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи; – не виконував лабораторні роботи; – на підсумковому занятті не вміє відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.

Перелік питань для самоконтролю та контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

Питання для поточного контролю

Модуль 1

1. Історія відкриття термоелектричних явищ.
2. Основні етапи розвитку термоелектричного приладобудування.
3. Внесок вчених у розвиток термоелектричних вимірювань.
4. Сучасні тенденції розвитку термоелектричних приладів.
5. Перспективні області застосування термоелектричних вимірювань.
6. Класифікація термоелектричних вимірювальних приладів.
7. Фізичні принципи роботи термоелектричних перетворювачів.
8. Основні характеристики термоелектричних приладів.
9. Фактори впливу на точність вимірювань.
10. Теплові процеси в термоелектричних системах.
11. Електричні процеси в термоелектричних перетворювачах.
12. Методи прямих термоелектричних вимірювань.
13. Компенсаційні методи вимірювань.
14. Диференціальні методи вимірювань.
15. Мостові вимірювальні схеми.
16. Потенціометричні схеми вимірювань.
17. Методи компенсації похибок.
18. Захист від електромагнітних завад.
19. Структура цифрових вимірювальних комплексів.
20. Метрологічне забезпечення вимірювань.

Модуль 2

1. Конструкція термоелектричних термометрів.
2. Типи термопар та їх характеристики.
3. Методи градуювання термопар.
4. Стандартні градуювальні таблиці.
5. Захисна арматура термопар.
6. Компенсаційні провідники.

7. Принцип дії мікрокалориметрів.
8. Конструкція термоелектричних калориметрів.
9. Методи вимірювання теплових ефектів.
10. Диференціальні мікрокалориметри.
11. Ізотермічні мікрокалориметри.
12. Конструкція термоелектричних тепломірів.
13. Методи калібрування тепломірів.
14. Вимірювання стаціонарних теплових потоків.
15. Вимірювання нестационарних теплових потоків.
16. Сучасні методи підвищення чутливості приладів.
17. Нові конструктивні рішення в приладобудуванні.
18. Застосування наноструктурованих матеріалів.
19. Інтелектуальні вимірювальні системи.
20. Автоматизація термоелектричних вимірювань.

Питання для підсумкового контролю

1. Історія відкриття та розвитку термоелектричних явищ.
2. Фізична природа ефекту Зеебека та його математичний опис.
3. Взаємозв'язок термоелектричних явищ: ефекти Зеебека, Пельтьє та Томсона.
4. Класифікація термоелектричних матеріалів та їх основні характеристики.
5. Методи вимірювання коефіцієнта термо-ЕРС.
6. Термоелектрична добротність: фізичний зміст та методи визначення.
7. Температурні залежності термоелектричних параметрів матеріалів.
8. Сучасні напівпровідникові термоелектричні матеріали.
9. Методи підвищення ефективності термоелектричних матеріалів.
10. Основні типи термоелектричних перетворювачів.
11. Конструктивні особливості промислових термопар.
12. Методи з'єднання термоелектродів та їх вплив на точність вимірювань.
13. Захисна арматура термоелектричних перетворювачів.
14. Компенсаційні провідники: призначення та характеристики.
15. Градувальні характеристики термопар різних типів.
16. Методи компенсації температури холодних спаїв.
17. Схеми підключення термоелектричних перетворювачів.
18. Особливості вимірювання термо-ЕРС в області високих температур.
19. Методи зменшення впливу електромагнітних завад.
20. Динамічні характеристики термоелектричних перетворювачів.
21. Принципи роботи термоелектричних вимірювачів теплового потоку.
22. Калориметричні вимірювання з використанням термоелектричних перетворювачів.
23. Багатоспайні термоелектричні батареї: конструкція та застосування.
24. Методи підвищення чутливості термоелектричних перетворювачів.
25. Схеми підсилення термоелектричних сигналів.
26. Методи лінеаризації характеристик термоелектричних перетворювачів.
27. Цифрова обробка сигналів в термоелектричних вимірюваннях.
28. Аналого-цифрові перетворювачі для термоелектричних вимірювальних систем.
29. Мікропроцесорні засоби обробки термоелектричних сигналів.
30. Інтерфейси передачі даних в термоелектричних вимірювальних системах.
31. Методи калібрування термоелектричних приладів.
32. Метрологічне забезпечення термоелектричних вимірювань.
33. Похибки термоелектричних вимірювань та методи їх зменшення.
34. Стандартизація в області термоелектричних вимірювань.
35. Автоматизовані системи термоелектричних вимірювань.
36. Програмне забезпечення термоелектричних вимірювальних комплексів.

37. Методи самодіагностики термоелектричних вимірювальних систем.
38. Інтелектуальні термоелектричні датчики.
39. Бездротові технології в термоелектричних вимірюваннях.
40. Розподілені системи термоелектричних вимірювань.
41. Застосування термоелектричних приладів в промисловості.
42. Особливості термоелектричних вимірювань в кріогенній техніці.
43. Термоелектричні прилади в системах контролю якості.
44. Нанотехнології в термоелектричному приладобудуванні.
45. Методи захисту інформації в термоелектричних вимірювальних системах.
46. Експертні системи в термоелектричних вимірюваннях.
47. Перспективні напрямки розвитку термоелектричного приладобудування.
48. Метрологічна простежуваність термоелектричних вимірювань.
49. Міжнародні стандарти в області термоелектричних вимірювань.
50. Сучасні тенденції розвитку термоелектричних вимірювальних систем.

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література

Основна література

1. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб./ М.В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с.
2. Денісов А. К. Теплотехнічні вимірювання та прилади : навчальний посібник / А. К. Денісов, С. А. Денісов. – Рівне : НУВГП, 2013. – 184 с.
3. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. [Текст] / М.В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с.
4. Промислові засоби автоматизації. Ч.1. Вимірювальні пристрої: навчальний посібник [Текст]/ А.К.Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С.Михайлов та ін.; Х.: НТУ"ХП", 2001. – 470с.
5. Торяник О. І. Теплотехніка : навчальний посібник / О. І. Торяник, М. Т. Малафаєв, А. Л. Фощан. – Харків : ХДУХТ, 2015. – 160 с.
6. Малафаєв М. Т. Лабораторний практикум з теплотехніки : методичний посібник / М. Т. Малафаєв, О. І. Торяник, А. Л. Фощан. – Харків : ХДУХТ, 2016. – 92 с.
7. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник /Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін.; За ред. проф Є.С. Поліщука. – Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2004. – 544с.
8. Дорожовець М. та інш. Основи метрології та вимірювальної техніки: в 2-х т.: підручник / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін.; за ред. Б. Стадника ; Національний ун-т "Львівська політехніка". Львів : Львівська політехніка, 2005. Т. 1.: Основи метрології. – 2005. – 532 с.
9. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни і поняття. – К.: ДС, 1994.
10. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 2001.

11. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: підручник / Р. В. Бичківський, П. Г. Столярчук, П. Р. Гамула. – 2-ге вид., випр. і доп. – Львів : вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 560 с.
12. Основи метрології: [Електронний ресурс]: навч. посіб. / В. У. Ігнаткін, О. В. Томашевський, В. М. Матюшин Електрон. дані. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, 2017.
13. Метрологія: лабораторний практикум / Укл.: О.О. Боднарук, Б.О. Мартинюк, Г.І. Раренко. – Чернівці: Рута, 2000. – 64 с.
14. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 5 червня 2014 року № 1314-VII (зі змінами).

Додаткова література

1. Лавренова Д.Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с.
2. Орнатський П.П. Вступ до методології, науки про вимірювання.-К.: ІСДО, 1994.
3. ДСТУ 2682-94. Метрологія. Метрологічне забезпечення. Основні положення. – К.: ДС, 1994.
4. ДСТУ 3400-96. Метрологія. Державні випробування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів. – К.: ДС, 1996.
5. ДСТУ 2708-94. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення. – К.: ДС, 1994.
6. ДСТУ 3215-95. Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення. – К.: ДС, 1995.
7. ДСТУ 3231-95. Метрологія. Еталони одиниць фізичних величин. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування. – К.: ДС, 1995.
8. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. – К.: ДС, 1994.

Інформаційні ресурси

1. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=967>
2. <https://archer.chnu.edu.ua/>
3. <http://library.kpi.kharkov.ua/>

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»

<https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

- «Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича»

https://www.chnu.edu.ua/media/f5e1eobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання не авторських ідей,

розробок, тверджень, відомостей і т.п.;

- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

● академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;

● фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;

● фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

● За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.