

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

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

Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ

2009 „серпня” 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Комп'ютерне проектування теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем
(вибіркова)

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютерне проектування теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) 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 № 6 від «26» травня 2022 року).

Розробники:

Черкез Радіон Георгійович, професор, доктор фізико-математичних наук, професор;

Прибила Андрій Вікторович, асистент, кандидат фізико-математичних наук.

Викладач:

Прибила Андрій Вікторович, асистент, 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

 Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН

 Козярський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: вивчення студентами вивчення основних підходів до розрахунку та проектуванню термоелектричних генераторів, теплових насосів, а також вимірювальних приладів. Викладені основи теорії термоелектричних приладів, їх математичний і комп'ютерний опис, а також методики їх оптимізації. Крім того, теоретичні навички підкріплюються прикладами із реального використання термоелектричних приладів. Студенти будуть ознайомлені з актуальними проблемами та задачами комп'ютерного проектування термоелектричних приладів широкого спектру використання та тенденціями розвитку програмних засобів. Будуть опановані основи користування прикладними програмами (Mathcad, Maple, Ansys, Comsol Multiphysics) для комп'ютерного моделювання фізичних процесів, що відбуваються в термоелектричних теплових насосах, енергетичних та інформаційних системах.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсів «Електрика та магнетизм», «Методи математичної фізики» та «Теплофізика». У подальшому знання дисципліни будуть корисні для якісного засвоєння матеріалу з курсу «Термоелектричні системи охолодження».

Основні завдання дисципліни – вміти розробити фізичну та математичну модель, вибрати методи і створити алгоритм для розрахунку термоелектричних теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем.

Вивчення основних прикладних програм (Mathcad, Maple, Matlab, Mathematica), для розробки узагальнених комп'ютерних моделей функціональних матеріалів для знаходження оптимумів фізичних параметрів матеріалів в широких діапазонах узагальнених координат фізичних, технологічних, економічних та надійності факторів, що визначають ефективність застосування матеріалів для термоелектричних теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем.

Вміння застосовувати методи комп'ютерного матеріалознавства у створенні матеріалів для конкретних прикладних проблем термоелектрики.

Формування навичок ефективної роботи з основними комп'ютерними засобами, що використовуються при проектуванні термоелектричних матеріалів з екстремальними значеннями узагальнених критеріїв термоелектричної ефективності ознайомлення студентів з актуальними проблемами і задачами теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Комп'ютерне проектування теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем» сприяє формуванню у здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких **компетентностей**:

Інтегральна компетентність (ІК):

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності (ФК)

ФК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів.

ФК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК4. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.

ФК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

Фахові компетентності спеціальності (ФКС)

ФКС1. Знати загальні принципи дії термоелектричних пристроїв та апаратури. Здатність аналізувати особливості теплових процесів у різних термоелектричних пристроях. Опанувати теоретичні та практичні навички комп'ютерного моделювання функціональних матеріалів, перетворювачів енергії, теплових насосів, інформаційних та енергетичних систем.

ФКС2. Здатність використовувати медичну апаратуру для діагностики та лікування різноманітних захворювань організму людини. Здатність до діагностування якісної роботи технологічного обладнання. Здатність обслуговувати та ремонтувати діагностичну термоелектричну апаратуру. Розуміння фізико-хімічних процесів організму людини. Вміти пояснювати основні механізми взаємодії тепла з біологічними об'єктами.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- принципи організації комп'ютерних експериментів у застосуванні до інформаційних систем;

- методи розрахунку масштабних факторів, зміни умов експерименту, виводу результатів, їх обробки, аналізу і представлення у вигляді баз даних, і графічних об'єктів;

- методи обробки чисельної, символічної інформації;

- методи пошуку у базах даних і базах знань;

- способи формування фізичної та математичної моделей термоелектричних приладів;

- методи побудови алгоритмів комп'ютерного проектування термоелектричних приладів;

- критерії оптимізації термоелектричних теплових насосів та енергетичних систем;

вміти:

- розробляти математичні моделі, алгоритми і програми машинних експериментів для конкретних інформаційних систем;

- вільно користуватися сучасними програмами машинної обробки чисельної, символічної та графічної інформації.

- розробляти фізичні та математичні моделі конкретних термоелектричних приладів;

- вибирати та використовувати оптимальні алгоритми комп'ютерного проектування термоелектричних теплових насосів та енергетичних систем;

- здійснювати комп'ютерне проектування та оптимізацію термоелектричних приладів.

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

РН1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

РН2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

РН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

РН4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

РН5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

РН6. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

РН7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в

галузі прикладної фізики

РН9. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.

РН10. Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проектів.

РН11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

РН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

Програмні результати навчання за спеціальністю (ПРН):

ПРН2. Знати методи та засоби проектування оптимальних властивостей термоелектричних матеріалів та пристроїв на їх основі.

ПРН3. Мати теоретичні та практичні навички комп'ютерного моделювання функціональних матеріалів, перетворювачів енергії, теплових насосів, інформаційних та енергетичних систем.

ПРН4. Розуміти фізико-хімічні процеси організму людини, вміти пояснювати основні механізми взаємодії тепла з біологічними об'єктами.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни «Комп'ютерне проектування теплових насосів, енергетичних та інформаційних систем»												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	2	4	120	2	30	15		15	60		залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Основи проектування термоелектричних приладів						
Тема 1. Фізичні принципи, що закладені у основу роботи термоелектричних приладів. Підходи до проектування та оптимізації термоелектричних приладів. Критерії оптимізації.	12	2	-	5	-	5
Тема 2. Огляд сучасних методів комп'ютерного проектування та оптимізації термоелектричних приладів.	12	2	-	5	-	5
Разом за ЗМ1	24	4	-	10	-	10
Змістовий модуль 2. Комп'ютерне проектування теплових насосів						
Тема 3. Особливості проектування термоелектричних теплових насосів. Критерії оптимізації теплових насосів.	8	2	-	4	-	2
Тема 4. Розробка фізичної та математичної моделей термоелектричного теплового насосу. Постановка комп'ютерного експерименту.	9	1	-	4	-	4
Тема 5. Проектування та оптимізація термоелектричних теплових насосів. Аналіз результатів проектування.	8	2	-	2	-	4
Разом за ЗМ 2	25	5	-	10	-	10

Змістовий модуль 3. Комп'ютерне проектування енергетичних систем						
Тема 6. Особливості проектування термоелектричних енергетичних систем. Критерії оптимізації енергетичних систем.	8	2	-	4	-	2
Тема 7. Розробка фізичної та математичної моделей термоелектричних енергетичних систем. Постановка комп'ютерного експерименту.	9	1	-	4	-	4
Тема 8. Проектування та оптимізація термоелектричних енергетичних систем. Аналіз результатів проектування.	8	2	-	2	-	4
Разом за ЗМ 3	25	5	-	10	-	10
Змістовий модуль 4. Основи термоелектричних інформаційних систем						
Тема 9. Основи проектування термоелектричних інформаційних систем	10	2	-	4	-	4
Тема 10. Проектування термодатчиків	13	3	-	5	-	5
Разом за ЗМ 4	23	5	-	9	-	9
Змістовий модуль 5. Проектування інформаційних систем						
Тема 11. Особливості проектування мікрокалориметрів	10	2	-	4	-	4
Тема 12. Основи комп'ютерного розрахунку термоелектричних сенсорів	13	3	-	5	-	5
Разом за ЗМ 5	23	5	-	9	-	9
Усього годин	120	24	-	48	-	48

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Фізичні принципи, що закладені у основу роботи термоелектричних приладів. Підходи до проектування та оптимізації термоелектричних приладів. Критерії оптимізації.
2.	Огляд сучасних методів комп'ютерного проектування та оптимізації термоелектричних приладів.
3.	Особливості проектування термоелектричних теплових насосів. Критерії оптимізації теплових насосів.
4.	Розробка фізичної та математичної моделей термоелектричного теплового насосу. Постановка комп'ютерного експерименту.
5.	Проектування та оптимізація термоелектричних теплових насосів. Аналіз результатів проектування.
6.	Особливості проектування термоелектричних енергетичних систем. Критерії оптимізації енергетичних систем.
7.	Розробка фізичної та математичної моделей термоелектричних енергетичних систем. Постановка комп'ютерного експерименту.
8.	Проектування та оптимізація термоелектричних енергетичних систем. Аналіз результатів проектування.
9.	Основи проектування термоелектричних інформаційних систем.
10.	Проектування термодатчиків.
11.	. Особливості проектування мікрокалориметрів.
12.	Основи комп'ютерного розрахунку термоелектричних сенсорів.

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1	Вступне заняття. Ознайомлення з лабораторією. Проходження інструктажу з безпеки життєдіяльності.
2	Апроксимація залежностей кінетичних коефіцієнтів термоелектричного матеріалу.
3	Проектування термоелектричного кондиціонера.
4	Розрахунок і дослідження рідинних теплообмінників.
5	Апроксимація експериментальних даних про температурні залежності параметрів термоелектричного матеріалу.

6	Комп'ютерне моделювання основних термоелектричних ефектів.
7	Проектування та дослідження робочих параметрів терморного термоелемента в режимі генерації електричної енергії.
8	Розрахунок та оптимізація параметрів термоелемента охолодження.
9	Оптимізація параметрів терморних термоелементів.
10	Мінімально розрізнявальні потужності моделі мікрокалориметра.
11	Граничні можливості мікрокалориметрів.
12	Оптимізація реакційної камери кондуктивного мікрокалориметра
13	Розрахунок генераторного термоелемента в пакеті прикладних комп'ютерних програм COMSOL Multiphysics.
14	Розрахунок термоелемента охолодження в пакеті прикладних комп'ютерних програм COMSOL Multiphysics.

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 самим захистом студентами лабораторних робіт. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за діяльність – захист лабораторних робіт. Цикл лабораторних робіт складається з 14 повноцінних лабораторних робіт, студент може вибрати на початку семестру 10 з цих робіт за бажанням. Кожна лабораторна робота оцінюється в 2 бали: 1 бал за виконання роботи і 1 бал за захист. У сумі 20 балів.

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1	Основи інформаційно-енергетичної теорії, аспекти розвитку.
2	Загальні параметри сенсорів і вимірювальних приладів у початковому варіанті інформаційно-енергетичної теорії.
3	Фізичні моделі мікрокалориметрів, їх основні параметри
4	Еквівалентна електрична схема мікрокалориметра
5	Оптимізація реакційної камери проточного мікрокалориметра
6	Фізичні основи роботи мікрокалориметричних датчиків і елементів компенсації
7	Інформативність вихрових термоелектричних сенсорів
8	Особливості використання сучасних пакетів прикладних комп'ютерних програм для моделювання термоелектричних сенсорів
9	Основи інформаційно-енергетичної теорії, аспекти розвитку.
10	Основи роботи в пакетах прикладних комп'ютерних програм (Mathcad, Maple, Femlab).
11	Конструкції термоелектричних теплових насосів, їх класифікація.
12	Конструкції термоелектричних енергетичних систем, їх класифікація.
13	Сучасні комп'ютерні засоби розрахунку і проектування термоелектричних приладів.
14	Методи теорії оптимального керування для проектування термоелектричних приладів.
15	Теорія тепломасообміну у застосуванні до підвищення якості термоелектричних приладів. Сучасні системи тепломасообміну. Теплові труби.
16	Проектування термоелектричних приладів в програмі ANSYS.
17	Проектування термоелектричних приладів в програмі Comsol Multiphysics.
18	Галузі практичного використання термоелектричних приладів.

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 практичних та 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*: контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання та захист лабораторних;
- *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 (тестування та розв'язання навчально-професійних задач).

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)					Лабораторний практикум	Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
ЗМ №1	ЗМ №2	ЗМ №3	ЗМ №4	ЗМ №5			
T1,T2	T3,T4,T5	T6,T7,T8	T9,T10	T11,T12	T1-T12		
10	10	10	10	10	20	30	100

T1,T2, T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12 – теми змістових модулів, ЗМ – змістовний модуль.

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 питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни. Залікові білети містять два теоретичних питання.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) кожне питання оцінюються максимальною кількістю балів рівною 15 за наступними критеріями:

- ◆ **13-15 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.
- ◆ **9-12 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.
- ◆ **6-8 балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки у поясненні основних явищ електромагнетизму.
- ◆ **0-5 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 70 балів студент набирає при поточних видах контролю і 30 балів – у процесі підсумкового контролю (залік).

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

<p>«А»</p> <p>90-100 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – постійно готувався до занять та згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до виконання практичних завдань та підготовки до лабораторних робіт; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
<p>«В»</p> <p>80-89 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
<p>«С»</p> <p>70-79 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань практичних занять; – брав участь у виконанні практичних завдань; – 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.
<p>«D»</p> <p>60-69</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
<p>«Е»</p> <p>50-59 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо</p>	<ul style="list-style-type: none"> – 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;

студент:	<ul style="list-style-type: none"> – виконав не всі лабораторні роботи; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
«Fx» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	<ul style="list-style-type: none"> – 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:	<ul style="list-style-type: none"> – 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 виконав практичне завдання; – 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

1. Відкриття термоелектричного перетворення енергії.
2. Класифікація термоелектричних перетворювачів енергії.
3. Основні фізичні ефекти, що виникають у термоелектричних перетворювачах.
4. Ефект Зеебека.
5. Ефект Пельтье.
6. Закон Джоуля-Ленца у диференціальній формі.
7. Закон Ома у диференціальній формі.
8. Закон Фур'є у диференціальній формі.
9. Застосування напівпровідників для перетворення енергії.
10. Основні характеристики термоелектричних матеріалів. Їх залежність від температури.
11. Основні електричні та енергетичні характеристики термоелектричного генератора.
12. Основні електричні та енергетичні характеристики термоелектричного теплового насоса.
13. Умови досягнення екстремальних характеристик термоелектричних генераторів.
14. Умови досягнення екстремальних характеристик термоелектричних теплових насосів.
15. Аналітичні та чисельні методи розв'язку рівнянь у частинних похідних.
16. Диференційні рівняння для опису явищ у термоелектричних перетворювачах.
17. Типи граничних умов.
18. Суть методу скінченних елементів.
19. Фізичні моделі термоелектричних перетворювачів енергії.
20. Загальна комп'ютерна модель термоелектричного перетворювача.
21. Термоелектричний генератор. Режим ЕРС, режим максимальної потужності.
22. Термоелектричний холодильник. Режим максимального перепаду температур, режим максимальної холодопродуктивності.
23. Основні етапи побудови комп'ютерної моделі термоелектричного перетворювача енергії.

24. Способи оптимізації конструкції термоелектричного перетворювача з допомогою комп'ютерної моделі.

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. L.I. Anatyshuk, "Thermoelectricity Vol. 1 – Physics of Thermoelectricity", Institute of Thermoelectricity, Kiev, 1998.
2. L.I. Anatyshuk, "Thermoelectricity Vol. 2-Thermoelectric Power Converters", Institute of Thermoelectricity, Kiev, 2005.
3. L.I. Anatyshuk, V.A. Semenyk, "Optimal Control over the Properties of Thermoelectric Materials and Devices", Publisher "PRUT" 1992.
4. Інформаційно-енергетична теорія вимірювань: Конспект лекцій / Укл. В.І.Боднарук.- Чернівці:Славнич,2009.- 71 с.
5. Комп'ютерне проектування термоелектричних теплових насосів: Методичні рекомендації до лабораторних робіт / Укл.: Черкез Р.Г. – Чернівці: Рута, 2006. – 22с.
6. Комп'ютерне проектування енергетичних систем: Методичні рекомендації до лабораторних робіт / Укл.: Черкез Р.Г. – Чернівці: Рута, 2006. – 24 с.
7. Комп'ютерне проектування термоелектричних перетворювачів енергії. Методичні рекомендації до лабораторних робіт / Укл.: Черкез Р.Г. – Чернівці: Рута, 2006. – 20с.

Додаткова література

1. Prybyla A.V., Cherkez R.G. Effect of heat-exchange systems on the efficiency of thermoelectric devices.– AIP Conference Proceedings.–Volume 1449, 2012, Pages 443-446.– 9th European Conference on Thermoelectrics, ECT 2011; Thessaloniki; Greece; 28 September 2011 through 30 September 2011.
2. Анатичук Л.І., Прибила А.В. Про вплив теплообміну на ефективність термоелектричних приладів // Термоелектрика. – 2012. №3. – С. 39-45.
3. Анатичук Л.І., Прибила А.В. Про вплив теплообміну на ККД термоелектричного генератора // Термоелектрика. – 2012. №4. – С. 83-88.
4. Анатичук Л.І., Кузь Р.В., Прибила А.В. Про вплив теплообміну на ефективність термоелектричного кондиціонера // Термоелектрика. – 2013. №1. – С. 74-81.
5. Анатичук Л.І., Прибила А.В. Про граничні можливості термоелектричного теплового насоса рідина-рідина // Термоелектрика. – 2017. №4. – С. 49– 54.
6. Anatyshuk L.I., Barabash P.A., Prybyla A.V., Rifert V.G., Solomakha A. Improvement the system of distillation cascade for long-term space flights / 68-th International Astronautical Congress. – 25-29 September 2017. – Adelaide, Australia.
7. Анатичук Л.І., Прибила А.В. Оптимізація системи теплообміну термоелектричного теплового насосу рідина-рідина // Термоелектрика №1, С. 35-42. 2018
8. Анатичук Л.І., Максимук М.В., Прибила А.В., Розвер Ю.Ю. Термоелектричні генератори з полум'яними джерелами тепла змінної потужності і стабілізаторами температури термобатарей // Термоелектрика №2, С. 22-30. 2018
9. Прибила А.В. Проектування термоелектричного модуля охолодження детектора рентгенівського випромінювання // Термоелектрика №2, С. 87-92. 2019.
10. Vladimir G. Rifert, Lukyan I. Anatyshuk, Andrii S. Solomakha, Petr A. Barabash, Vladimir Usenko, A.V. Prybyla, Milena Neymark, Valerii Petrenko. Upgrade the centrifugal multiple-effect distiller for deep space missions / 70-th International Astronautical Congress. – 21-25 October 2019. – Washington

D.C., USA.

11. Прибила А.В. Підвищення ефективності термоелектричного модуля охолодження детектора рентгенівського випромінювання // Термоелектрика № 6. 2019.
12. L.I. Anatychuk, A.V. Prybyla, M.M. Korop, Yu.I. Kiziuk, Konstantynovych I.A. (2024) Thermoelectric power sources using low-grade heat (Part 3). Journal of Thermoelectricity, (4).
13. L.I. Anatychuk, A.V. Prybyla, M.M. Korop, Yu.I. Kiziuk, Konstantynovych I.A. (2024) Thermoelectric power sources using low-grade heat (Part 2). Journal of Thermoelectricity, (3), 36-43.
14. L.I. Anatychuk, A.V. Prybyla, M.M. Korop, Yu.I. Kiziuk, Konstantynovych I.A. (2024) Thermoelectric power sources using low-grade heat (Part 1). Journal of Thermoelectricity, (1-2), 90-96.
15. Анатичук Л.І., Прибила А.В. Термоелектричний генератор, що використовує перепади температур у місячному ґрунті. Термоелектрика, 2022, № 2, с. 61-66. ISSN: 1726-7714.

Інформаційні ресурси

1. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=8538> - сайт дистанційної освіти.
2. <https://its.org/> - міжнародне товариство термоелектриків.
3. <https://www.comsol.com/> - бібліотека програми для мультифізичного проектування.
4. <https://www.ansys.com/> - бібліотека програми для мультифізичного проектування.

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/f5eleobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf

Дотримання академічної доброчесності перед бачає:

- 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.