

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
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

“09” серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Комп'ютерне моделювання у прикладній фізиці

(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 моделювання у прикладній фізиці» 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).

Розробник:

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

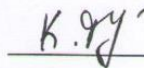
Викладач:

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

 Кобілянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН

 Козярьський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: формування у студентів сучасного уявлення про методи математичного та комп'ютерного моделювання фізичних процесів, зосереджених на задачах термоелектрики та проектування термоелектричних перетворювачів енергії.

Курс охоплює загальні принципи побудови моделей для прикладної фізики, чисельні методи для розв'язання диференціальних рівнянь, а також інтегроване моделювання теплових та електричних процесів у термоелектричних системах. Значна увага приділяється використанню інженерних середовищ COMSOL Multiphysics та ANSYS для створення, аналізу та оптимізації моделей термоелектричних перетворювачів.

Окремий модуль присвячено розробці власних програмних засобів моделювання із використанням мови програмування Java, включаючи створення графічних інтерфейсів, алгоритмів чисельного аналізу та візуалізації результатів моделювання.

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

Основні завдання дисципліни є:

- засвоєння фізичних основ термоелектричних явищ і принципів роботи перетворювачів енергії;
- вивчення методів чисельного аналізу фізичних задач у прикладній фізиці;
- практичне освоєння сучасного програмного забезпечення для інженерного моделювання;
- формування навичок створення власних програмних інструментів для аналізу фізичних процесів.

Дисципліна формує міждисциплінарні компетентності у галузі прикладної фізики, обчислювальної техніки та інженерного програмування.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання у прикладній фізиці» 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.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності (ФК)

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.

ФК8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

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.

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

- основні фізичні явища та ефекти, що мають місце у термоелектричних перетворювачах енергії, основні електричні та енергетичні характеристики таких перетворювачів, сфери використання та можливості вдосконалення;
- класифікацію термоелектричних перетворювачів енергії;
- основні властивості термоелектричних матеріалів для перетворювачів енергії;
- конструктивні схеми термоелектричних перетворювачів;
- комп'ютерні методи та засоби проектування і оптимізації термоелектричних перетворювачів енергії;

вміти:

- створювати фізичні моделі термоелектричних перетворювачів енергії для конкретних завдань використання;
- проводити оцінку основних характеристик термоелектричних перетворювачів на основі спрощених моделей;
- створювати математичні та комп'ютерні моделі термоелектричних перетворювачів на основі розширених комп'ютерних моделей;
- володіти комп'ютерними засобами для реалізації багатопараметричної оптимізації конструкції термоелектричного перетворювача енергії.

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.

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.

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.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання у прикладній фізиці»												
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	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 комп'ютерного моделювання у прикладній фізиці						
Тема 1. Вступ до комп'ютерного моделювання у прикладній фізиці. Основні поняття, етапи побудови моделей, приклади застосування в термоелектриці.	13	2	-	3	-	8
Тема 2. Чисельні методи для розв'язання диференціальних рівнянь. Метод скінченних різниць, скінченних елементів, інтеграція чисельних рішень в задачах тепло- і електропровідності.	13	2	-	3	-	8
Тема 3. Інтегроване моделювання теплових та електричних процесів у термоелектричних перетворювачах. Поєднання моделей для комплексного аналізу теплових та електричних полів.	14	1	-	4	-	9
Разом за ЗМ1	40	5	-	10	-	25
Змістовий модуль 2. Моделювання фізичних процесів в інженерних середовищах (Comsol, Ansys).						
Тема 4. Моделювання теплових та електричних полів у COMSOL Multiphysics. Побудова фізичних моделей термоелектричних перетворювачів у середовищі COMSOL.	13	2	-	3	-	8
Тема 5. Оптимізація параметрів термоелектричних систем у COMSOL Multiphysics та ANSYS. Застосування вбудованих оптимізаційних інструментів до практичних задач.	13	2	-	3	-	8
Тема 6. Огляд і порівняння COMSOL Multiphysics та ANSYS у контексті термоелектричних задач. Переваги, недоліки, ефективність та зручність використання.	14	1	-	4	-	9
Разом за ЗМ 2	40	5	-	10	-	25
Змістовий модуль 3. Розробка власних моделей і інтерфейсів засобами Java.						
Тема 7. Основи програмування на Java для комп'ютерного моделювання. Структура Java-додатків, робота з об'єктами, основи GUI.	13	2	-	3	-	8
Тема 8. Створення симуляцій фізичних процесів на Java. Розробка власного додатку для моделювання теплових або електричних процесів.	13	2	-	3	-	8

Тема 9. Розробка графічного інтерфейсу для моделювання термоелектричних систем. Візуалізація результатів, побудова інтерактивного середовища користувача.	14	1	-	4	-	9
Разом за ЗМЗ	40	5	-	10	-	25
Усього годин	120	15	-	30	-	75

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Вступ до комп'ютерного моделювання у прикладній фізиці. Основні поняття, етапи побудови моделей, приклади застосування в термоелектриці.
2.	Чисельні методи для розв'язання диференціальних рівнянь. Метод скінченних різниць, скінченних елементів, інтеграція чисельних рішень в задачах тепло- і електропровідності.
3.	Інтегроване моделювання теплових та електричних процесів у термоелектричних перетворювачах. Поєднання моделей для комплексного аналізу теплових та електричних полів.
4.	Моделювання теплових та електричних полів у COMSOL Multiphysics. Побудова фізичних моделей термоелектричних перетворювачів у середовищі COMSOL.
5.	Оптимізація параметрів термоелектричних систем у COMSOL Multiphysics та ANSYS. Застосування вбудованих оптимізаційних інструментів до практичних задач.
6.	Огляд і порівняння COMSOL Multiphysics та ANSYS у контексті термоелектричних задач. Переваги, недоліки, ефективність та зручність використання.
7.	Основи програмування на Java для комп'ютерного моделювання.
8.	Структура Java-додатків, робота з об'єктами, основи GUI.
9.	Створення симуляцій фізичних процесів на Java. Розробка власного додатку для моделювання теплових або електричних процесів.

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1	Вступне заняття. Ознайомлення з лабораторією. Проходження інструктажу з безпеки життєдіяльності.
2	Моделювання термоелектричних процесів у COMSOL Multiphysics
3	Можливості параметризації та багатофакторної оптимізації у COMSOL
4	Основи програмування на Java.
5	Вступ до фреймворків Java для розв'язку мультифізичних задач.
6	Створення графічного інтерфейсу користувача на Java для симуляцій термоелектричних систем.

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 5 повноцінних лабораторних робіт. Кожна лабораторна робота оцінюється в 4 бали: 2 бали за виконання роботи і 2 бали за захист. У сумі 20.

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1	Що таке термоелектричні ефекти і які фізичні явища лежать в основі їх роботи?
2	Опишіть основні етапи побудови комп'ютерної моделі термоелектричного перетворювача. Як визначити параметри моделі?
3	Як у COMSOL Multiphysics реалізуються моделі для аналізу теплових та електричних процесів?
4	Які основні чисельні методи використовуються для розв'язання диференціальних рівнянь у COMSOL (наприклад, метод скінченних різниць і скінченних елементів)? Поясніть, як вони

	застосовуються до термоелектричних задач.
5	Як у COMSOL Multiphysics поєднуються теплові та електричні процеси в термоелектричних системах? Наведіть приклад.
6	Опишіть процес оптимізації параметрів термоелектричних систем за допомогою вбудованих інструментів у COMSOL. Які параметри можуть бути оптимізовані?
7	Як здійснюється порівняння ефективності моделей COMSOL та ANSYS для термоелектричних задач? Вкажіть переваги та недоліки кожного з них.
8	Можливості мови програмування Java для комп'ютерного моделювання? Як використовувати Java для створення симуляцій термоелектричних процесів?
9	Опишіть основи створення графічного інтерфейсу користувача (GUI) для програм, що моделюють термоелектричні процеси на Java.
10	Як реалізувати алгоритм оптимізації термоелектричних параметрів за допомогою Java? Наведіть приклад алгоритму, який можна застосувати до реальної термоелектричної системи.

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 й практикум	Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
ЗМ №1	ЗМ №2	ЗМ №3			
T1-T3	T4-T6	T7-T9	T1-T9		
20	15	15	20	30	100

T1-T9 – 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>«E»</p> <p>50-59 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</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; – виконав не всі лабораторні роботи; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
<p>«Fx»</p> <p>35-49 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</p>	<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.
<p>«F»</p> <p>1-34 балів</p> <p>ставиться у разі, якщо студент:</p>	<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. Що таке комп'ютерне моделювання та які його переваги для фізичних досліджень?
2. Які основні етапи побудови математичних моделей у прикладній фізиці?
3. Як застосовується комп'ютерне моделювання до задач термоелектрики?
4. Які фізичні процеси необхідно враховувати при моделюванні термоелектричних перетворювачів?
5. Як працює метод скінченних різниць для розв'язання диференціальних рівнянь?
6. Які основні переваги та недоліки методу скінченних елементів?
7. Як застосовується метод скінченних елементів для розв'язання задач тепло- і електропровідності?
8. Як проводиться інтеграція чисельних рішень у задачах тепло- і електропровідності?
9. Як комбінувати моделі теплових та електричних процесів для комплексного аналізу?
10. Які складнощі виникають при моделюванні термоелектричних перетворювачів?

11. Як моделюються теплові та електричні поля в термоелектричних системах?
12. Які фізичні рівняння використовуються для моделювання термоелектричних перетворювачів?
13. Як візуалізуються результати моделювання в COMSOL Multiphysics?
14. Які методи оптимізації використовуються для параметрів термоелектричних систем у COMSOL та ANSYS?
15. Як COMSOL допомагає в оптимізації характеристик термоелектричних перетворювачів?
16. Які переваги та недоліки COMSOL Multiphysics порівняно з ANSYS при моделюванні термоелектричних систем?
17. Як програмування на Java може бути використане для створення додатків для моделювання фізичних процесів?
18. Що таке об'єктно-орієнтоване програмування і як його принципи застосовуються для симуляцій?
19. Як розробити додаток на Java для симуляції теплових процесів в термоелектричних системах?
20. Як побудувати інтерактивний графічний інтерфейс для моделювання термоелектричних систем на Java?

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. Anatyshuk, 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. Anatyshuk, 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. Anatyshuk, 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.
5. <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/> - The Java™ Tutorials - навчальні матеріали на сайті Oracle

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-chernivetsko-ho-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.