

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

Математичні моделі 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 «**Математичні моделі 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:

Маник Орест Миколайович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Викладач:

Маник Орест Миколайович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термoeлектрики 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

І. П. Козярьський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: надання студентам знань та навичок, необхідних для того, щоб вільно володіти методами побудови математичних моделей, що використовуються в термоелектриці для опису роботи термоелементів та адекватного відтворення математичними моделями фізичних процесів, що відбуваються в досліджуваних термоелектричних приладах і матеріалах.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння курсу студенти повинні знати курси: загальної фізики, теоретичної фізики, математичної фізики, статистичної фізики та термодинаміки.

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

- ознайомити студентів з основними поняттями, етапами та класифікацією математичних моделей у прикладній фізиці;
- розкрити фізичну суть математичних моделей під впливом різних факторів; проаналізувати вплив цих факторів на властивості матеріалів.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Математичні моделі у прикладній фізиці» сприяє формуванню у здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК)

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

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

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.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати: методи побудови математичних моделей, що використовуються в термоелектриці для опису роботи термоелементів в умовах генерації ЕРС і електричного струму; методи побудови математичних моделей росту кристалів; методи побудови математичних моделей хімічного зв'язку; методи побудови математичних моделей енергетичного спектру; методи побудови математичних моделей теорії пружності в кристалах та твердих розчинах;

вміти: будувати математичні моделі, що використовуються в термоелектриці для опису термоелементів в умовах генерації ЕРС і електричного струму; будувати математичні моделі росту кристалів; будувати математичні моделі хімічного зв'язку; будувати математичні моделі енергетичного спектру; будувати математичні моделі теорії пружності в кристалах та твердих розчинах; застосовувати отримані знання для побудови математичних моделей досліджуваних процесів;

розуміти: особливості та специфіку методів побудови математичних моделей, що використовуються в термоелектриці для опису термоелементів в умовах генерації ЕРС і електричного струму; характерні особливості методів побудови математичних моделей росту кристалів; характерні особливості методів побудови математичних моделей хімічного зв'язку;

характерні особливості методів побудови математичних моделей енергетичного спектру; характерні особливості методів побудови математичних моделей теорії пружності в кристалах та твердих розчинах; специфіку побудови математичних моделей шляхом розв'язання обернених задач мікроскопічної та континуальної теорії.

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

ПРН1. Знати і розуміти фізичні властивості термоелектричних матеріалів та термоелектричних перетворювачів енергії в режимах охолодження, нагріву і генерування електричної енергії, а також особливості фізичних процесів і явищ в термоелектричних вимірювальних приладах.

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 Математичні моделі 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	3	5	4.5	135	2	30	-	-	30	75	-	екзамен

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 математичного моделювання у термоелектричному матеріалознавстві						
Тема 1. Основні поняття про математичні моделі та математичне моделювання в термоелектриці	24	4	-	6	-	14
Тема 2. Математичні моделі в термоелектричному матеріалознавстві	36	14	-	6	-	16
Разом за ЗМ 1	60	18	-	12	-	30
Змістовий модуль 2. Математичні моделі термоелектричних явищ						
Тема 3. Математичні моделі для опису термоелементів в умовах генерації ЕРС і електричного струму	28	2	-	6	-	20
Тема 4. Математичні моделі для опису термоелементів в умовах термоелектричного і гальваноманітного охолодження і нагріву	19	6	-	4	-	9
Тема 5. Математичні моделі теорії пружності	14	2	-	4	-	8
Тема 6. Класичні моделі термоелементів. Нові тенденції до розгляду можливостей неоднорідних гілок термоелементів	14	2	-	4	-	8
Разом за ЗМ 2	75	12	-	18	-	45
Усього годин	135	30	-	30	-	75

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Основні поняття про математичні моделі та математичне моделювання в термоелектриці. Етапи математичного моделювання. Прямі та обернені задачі.
2.	Способи моделювання. Аналогія. Роль законів збереження в побудові математичних моделей, що використовуються в термоелектриці
3.	Технологічний процес як система
4.	Технологічний процес як система. Емпіричні моделі. Ієрархічна структура математичної моделі
5.	Основи методу молекулярних орбіталей (МО) – математичних моделей квантово-хімічного опису молекул і кристалів
6.	Математичні моделі електронної будови атомів, хімічних зв'язків та виду гібридних атомних орбіталей в кристалах
7.	Математичні моделі упорядковуваних атомів в сплавах
8.	Статистично-термодинамічні математичні моделі хімічного зв'язку упорядковуваних розплавів
9.	Математичні моделі молекулярних структур упорядковуваних розплавів
10.	Термопари, анізотропні термоелементи. Штучно анізотропні термоелементи
11.	Математичні моделі для опису термоелементів. Найпростіші моделі. Врахування анізотропії і властивостей матеріалу
12.	Математичні моделі, що враховують тепло Томсона в енергетичному балансі термоелемента. Врахування температурних залежностей контактних і комутаційних втрат, теплообміну на спаях
13.	Математичні моделі конвективного теплообміну
14.	Математичні моделі теорії пружності в кристалах термоелектричних матеріалів
15.	Фізичні моделі термоелементів та математичні методи їх дослідження. Напрямки формування фізичних моделей та їх математичного забезпечення. Узагальнені рівняння Максвелла для опису термоелектричного перетворення енергії.

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1.	Математичні моделі теплопровідності плоскої стінки
2.	Математичні моделі теплопровідності циліндричної та сферичної стінки та тіл неправильної форми
3.	Математичні моделі теплопередачі через стінки
4.	Математичні моделі теплопровідності тіл з внутрішніми джерелами тепла
5.	Математичні моделі теплопередачі через складні стінки та ребристі поверхні
6.	Математичні моделі теорії хімічного зв'язку
7.	Математичні моделі теорії пружності. Напруження і деформації в кристалах. Закон Гука
8.	Математичні моделі теорії росту кристалів
9.	Математичні моделі теорії подібності. Теплообмін в рідинах і газах

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1.	Фізичне та математичне моделювання в термоелектриці. Як найбільш розумно побудувати математичну модель адекватну фізичній моделі. Аналогії, що лежать в основі технологій, що використовуються в термоелектриці
2.	Молекулярні моделі хімічних зв'язків і структурні фазові переходи в кристалах термоелектричних матеріалів. Обернені задачі теорії фазових переходів
3.	Математичні моделі розрахунку експлуатаційних механічних напружень по експериментальних даних пружних модулів з урахуванням анізотропії модуля Юнга
4.	Математичні моделі розрахунку напруг в композитних матеріалах
5.	Математичні моделі розрахунку хімічних зв'язків в твердих розчинах термоелектричних матеріалів

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, 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, самостійна робота, 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 лабораторних завдань;
- *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 – екзамен.

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 (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2		
T1, T2	T3, T4, T5, T6		
20	50	30	100

T1, T2, T3, T4, T5, T6 – 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 екзамен виносяться питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни. Екзаменаційні білети містять два теоретичних питання і одну практичну задачу.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) 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 методів побудови математичних моделей, що використовуються в термоелектриці.
- ◆ **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 методів побудови математичних моделей, що використовуються в термоелектриці.
- ◆ **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 методів математичного моделювання.

Практичне завдання (пункт 3 білетів, тобто задача) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 10 за наступними критеріями:

- ◆ **10 балів** – Розв'язок повністю правильний, обґрунтований, оформлений логічно й структуровано. Виконані всі необхідні пояснення, формули застосовані коректно, числовий результат точний.
- ◆ **8–9 балів** – Загалом правильне розв'язання, але є незначні неточності (наприклад, арифметичні помилки або не дуже чітке обґрунтування деяких кроків). Вплив цих помилок на кінцевий результат мінімальний.
- ◆ **6–7 балів** – Основна ідея та метод розв'язку правильні, але є кілька помітних помилок у викладенні, обчисленнях або використанні формул. Відповідь може бути частково правильною.
- ◆ **4–5 балів** – Присутня спроба розв'язати задачу з правильним підходом, але є серйозні помилки або пропуски в розрахунках. Висновки не завжди обґрунтовані.
- ◆ **2–3 бали** – Невірний підхід або значні помилки у використанні фізичних законів. Відповідь неправильна, але є хоча б частково доречні спроби аналізу.
- ◆ **1 бал** – Слабка спроба розв'язання без розуміння суті задачі, випадкові або неправильні формули без логічного пояснення.
- ◆ **0 балів** – Відсутність розв'язку або відповідь не має жодного відношення до задачі.

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 (екзамен).

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

«А» 90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– 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 лабораторних завдань; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«В» 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.
«С» 70-79 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань лабораторних занять; – брав участь у виконанні лабораторних 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.
«D» 60-69 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 лабораторних 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.
«Fx» 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 лабораторних 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 виконав лабораторне завдання; – 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. Обґрунтувати основні положення про математичні моделі в прикладній фізиці.
2. Проаналізувати основні вимоги до процесу моделювання; способи моделювання.
3. Проаналізувати способи моделювання та етапи математичного моделювання.
4. Проаналізувати прямі та обернені задачі в термоелектриці та методи побудови їх математичних моделей.
5. Визначити етапи математичного моделювання та роль законів збереження в побудові математичних моделей.
6. Дати оцінку основних способів моделювання та визначити роль аналогії в математичному моделюванні.
7. Проаналізувати основні математичні моделі, що використовуються в термоелектриці.
8. Дати оцінку класичним моделям термоелементів.
9. Обґрунтувати нові тенденції до розгляду можливостей неоднорідних гілок

- термоелементів.
10. Проаналізувати фізичні моделі термоелементів та математичні методи їх дослідження.
 11. Обґрунтувати напрямки формування фізичних моделей термоелементів та їх математичне забезпечення.
 12. Проаналізувати класичні методи термоелементів та дати оцінку нових тенденцій до розгляду можливостей неоднорідних гілок термоелементів.
 13. Проаналізувати математичні моделі термоелементів в яких використовуються вихрові термоелектричні струми.
 14. Дати оцінку аналогії між моделлю електромагнітного і термоелектричного перетворення енергії.
 15. Проаналізувати узагальнені рівняння Максвелла для опису термоелектричного перетворення енергії.
 16. Проаналізувати математичні моделі для опису термоелементів в умовах генерації ЕРС.
 17. Дати оцінку моделей термопар.
 18. Обґрунтувати вибір математичних моделей анізотропних термоелементів.
 19. Обґрунтувати етапи побудови моделей штучно анізотропних термоелементів.
 20. Дати оцінку моделей вихрових термоелементів.
 21. Дати оцінку моделей короткозамкнутих термоелементів.
 22. Дати оцінку найпростішим моделям термоелементів та вказати шляхи їх вдосконалення.
 23. Обґрунтувати врахування температурних залежностей властивостей матеріалу гілок як шлях вдосконалення існуючих моделей термоелементів.
 24. Обґрунтувати етапи математичного моделювання термоелементів в умовах генерації електричного струму і ЕРС.
 25. Обґрунтувати математичні моделі для опису термоелементів у магнітному полі.
 26. Дати оцінку математичним моделям для опису термоелементів в умовах гальваномагнітного охолодження і нагріву.
 27. Дати оцінку математичних моделей термоелементів з урахуванням анізотропії властивостей матеріалу.
 28. Дати оцінку математичних моделей для опису термоелементів з урахуванням контактних і комутаційних втрат.
 29. Дати оцінку математичних моделей для опису термоелементів з урахуванням теплообміну на спаях.
 30. Дати опис етапів побудови математичних моделей термоелементів в умовах термоелектричного і гальваномагнітного охолодження і нагріву.

Модуль 2

1. Дати оцінку математичних моделей в термоелектричному матеріалознавстві.
2. Проаналізувати математичні моделі росту кристалів.
3. Дати опис основних етапів побудови математичних моделей хімічного зв'язку в термоелектричних матеріалах.
4. Дати оцінку математичних моделей теорії пружності в кристалах термоелектричних матеріалів.
5. Дати оцінку математичних моделей, що описують теплові властивості кристалічної ґратки.
6. Проаналізувати математичні моделі, що використовуються для опису композитних матеріалів.
7. Проаналізувати математичні моделі опису хімічних зв'язків в твердих розчинах.
8. Проаналізувати математичні моделі теплопровідності плоскої стінки.
9. Проаналізувати математичні моделі теплопровідності комбінованої багатошарової стінки.
10. Проаналізувати математичні моделі теплопровідності сферичної стінки.
11. Проаналізувати математичні моделі теплопровідності тіл неправильної форми.
12. Проаналізувати математичні моделі теплопровідності тіл з внутрішніми джерелами.
13. Проаналізувати класичні моделі теплопровідності та дати оцінку нових тенденцій побудови їх математичних моделей
14. Обґрунтувати основні положення про математичні моделі теплопередачі.
15. Обґрунтувати опис математичних моделей теплопередачі через складні стінки.

16. Обґрунтувати основні етапи побудови математичних моделей теплопередачі через ребристі поверхні.
17. Дати оцінку математичних моделей технологічного процесу як системи.
18. Дати оцінку особливостей моделей та задач математичного моделювання.
19. Дати оцінку основних концепцій математичної теорії експерименту.
20. Дати оцінку критерію оптимальності з допомогою математичних моделей.
21. Дати оцінку ролі обмежень в процесі оптимізації.
22. Дати оцінку цільовій функції та сформулювати задачу оптимізації для відомого Вам технологічного процесу.
23. Дати опис і оцінку методу нееквівалентних гібридних орбіталей як узагальненої математичної моделі опису хімічного зв'язку.
24. Дати оцінку ролі обернених задач в термоелектричному матеріалознавстві.
25. Проаналізувати напрямки формування математичних моделей в термоелектриці.
26. Дати оцінку етапів математичного моделювання.
27. Дати оцінку прямих та обернених задач та етапи їх моделювання.
28. Дати оцінку найпростіших моделей термоелементів та вказати шляхи вдосконалення їх математичного опису.
29. Обґрунтувати як найбільш розумно побудувати математичну модель, адекватну фізичній.
30. Обґрунтувати експериментальний пошук оптимуму та його описання з допомогою математичних моделей.

Питання для підсумкового контролю

1. Основні поняття про математичні моделі в прикладній фізиці.
2. Математичне моделювання досліджуваних явищ в природі та етапи процесу моделювання.
3. Фізичні моделі термоелементів. Напрямки формування фізичних моделей.
4. Фізичні моделі та математичне моделювання в термоелектриці.
5. Основні поняття методу моделювання. Математичні моделі. Наведіть приклади аналогії, подібності.
6. Способи моделювання. Назвіть відомі Вам приклади моделювання. Чи можна розглядати студентську лабораторну роботу як модель? Якщо ні то чому? Якщо так, то що тут є оригіналом? Які результати отримані на моделі поширюються на оригінал?
7. Математичні моделі. Технологічний процес як система. Розгляньте відомі Вам технологічні процеси. Перерахуйте контрольовані, але не регульовані входи, управляючі фактори.
8. Особливості моделей та задач математичного моделювання. Яка математична модель буде мати більше параметрів? Груба модель дуже складного об'єкту чи дуже точна модель порівняно простого об'єкта.
9. Основні поняття про математичні моделі в прикладній фізиці.
10. Математична теорія експерименту. Основні концепції.
11. Математична теорія експерименту. Активний і пасивний експеримент. Планування експерименту. Наведіть приклади.
12. Математичні моделі. Формування задачі оптимізації. Критерії оптимальності. Вимоги та властивості.
13. Математичні моделі. Роль обмежень в процесі оптимізації.
14. Математичні моделі. Цільова функція. Сформулюйте задачу оптимізації для відомого Вам технологічного процесу.
15. Математичні моделі в теорії хімічного зв'язку. Методи хімічного зв'язку.
16. Метод нееквівалентних гібридних орбіталей як узагальнена математична модель опису хімічного зв'язку.
17. Математичні моделі. Обернені задачі в термоелектричному матеріалознавстві та їх роль в процесі оптимізації технологічних режимів.
18. Математичні моделі. Елементи теорії експерименту. Концепція випадкової похибки та концепція моделі.
19. Експериментальний пошук оптимуму та його описання з допомогою математичних моделей.

20. Математичні моделі теорії надійності.
21. Фізичні та математичні моделі в термоелектриці. Як найбільш розумно побудувати математичну модель, адекватну фізичній.
22. Математичне моделювання. Етапи математичного моделювання. Прямі та обернені задачі.
23. Математичне моделювання. Роль законів збереження в побудові математичних моделей, що використовуються в термоелектриці.
24. Напрямки формування фізичних моделей термоелементів та їх математичне забезпечення.
25. Математичні моделі для опису термоелементів і умовах генерації ЕРС і електричного струму.
26. Найпростіші моделі термоелементів та шляхи вдосконалення їх математичного опису.
27. Математичні моделі для опису термоелементів в умовах термоелектричного і гальваноманітного охолодження і нагріву.
28. Математичні моделі росту кристалів.
29. Математичні моделі теорії пружності в кристалах термоелектричних матеріалів.
30. Математичні моделі, що використовуються для опису напруг в композитних матеріалах.
31. Математичні моделі хімічних зв'язків в композитних матеріалах та твердих розчинах, перспективних для використання в термоелектриці.
32. Математичні моделі, що описують теплові властивості в кристалах термоелектричних матеріалів.

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. Математичні моделі у прикладній фізиці: лабораторний практикум / укл. Маник О.М. – Чернівці: Чернівецьк. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. – 136 с.
2. Маляренко В.А. Тепломасообмін в об'єктах альтернативної енергетики : підручник / В.А. Маляренко, О.В. Сенецький ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 311 с.
3. Бех І.Д., Бех С.І. Математичне моделювання фізичних процесів. – К.: Либідь, 2008.
4. Лукашук Н.І., Коваль С.М. Математичне моделювання в прикладній фізиці. – Львів: Видавництво ЛНУ ім. Івана Франка, 2017.
5. Samarskii A.A., Mikhailov A.P. Principles of Mathematical Modeling: Ideas, Methods, Examples. Taylor & Francis, 2001. 352 p.

Додаткова література

1. Маник О.М., Маник Т.О., Білінський-Слотило В.Р. Особливості електронної будови гібридних орбіталей і міжатомної взаємодії в кристалах антимоніду кадмію // Термоелектрика – 2016. – №5. – С. 62-70.
2. Маник О.М., Маник Т.О., Білінський-Слотило В.Р. Моделі хімічного зв'язку Bi_2Te_3 // Термоелектрика – 2017. – №3. – С. 13-22.
3. Маник О.М., Маник Т.О., Білінський-Слотило В.Р. Теоретичні моделі упорядкованих сплавів антимонідів кадмію // Термоелектрика – 2018. – №4. – С. 14-30.

Інформаційні ресурси

<https://moodle.chnu.edu.ua/enrol/index.php?id=2207>

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» [etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf](#)

«Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» [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);
- посилення 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.