

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук  
Кафедра професійної та технологічної освіти і загальної фізики



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор Інституту

*О.В. Ангельський*

*9 серпня* 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**

**Теплотехніка та електротехніка в харчових виробництвах**

ПП09 – обов'язкова

**Освітньо-професійна програма «Якість та безпека харчової продукції»**

**Спеціальність**

181- Харчові технології

**Галузь знань**

18 Виробництво та технології

**Рівень вищої освіти**

перший бакалаврський

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

**Мова навчання**

українська

Чернівці 2024 рік

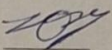
Робоча програма навчальної дисципліни «Теплотехніка та електротехніка в харчових виробництвах» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Якість та безпека харчової продукції» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 181 – Харчові технології галузі знань 18 Виробництво та технології затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича протокол №12 від 28 листопада 2022 року

Розробник: Кройтор О.П. доцент кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики, кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Викладач: Кройтор О.П. доцент кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики, кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри хімії та експертизи харчової продукції

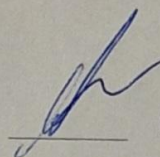
Протокол № 1 від "9" серпня 2024 року

Завідувач кафедри  Юрій ХАЛАВКА.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол № 1 від "9" серпня 2024 року

Голова методичної ради навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

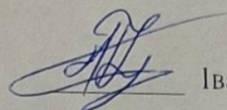


Галина МОСКАЛІК

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від "9" серпня 2024 року

Голова методичної ради навчально-наукового інституту



Іван КОЗЯРСЬКИЙ

**1. Мета навчальної дисципліни:** сформувати у студентів знання основних законів та методів розрахунку електричних кіл постійного, синусоїдального та трьохфазного струму; будову, принцип дії та умови експлуатації електротехнічних приладів (трансформаторів, двигунів, генераторів, вимірювальних приладів та ін.) та методів розрахунку перетворення, передачі теплоти.

## **2. Результати навчання**

Відповідно до освітньо-професійної програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів першого рівня вищої освіти таких компетентностей:

### ***Загальні компетентності (ЗК)***

**ЗК 9.** Навички здійснення безпечної діяльності.

### ***Фахові компетентності (КФ):***

**КФ 7.** Здатність обирати та експлуатувати технологічне обладнання, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів.

В результаті вивчення даної дисципліни студенти повинні:

#### ***Знати:***

основні поняття і закони термодинаміки;  
термодинамічні параметри стану і зв'язок між ними;  
основні термодинамічні процеси і цикли;  
основні поняття і закони теорії теплообміну;  
теплопровідність при стаціонарних і нестаціонарних процесах;  
процеси теплопередачі;  
призначення та будову промислової теплотехніки;  
призначення та будову холодильних установок.  
стандартні графічні позначення елементів електричного кола;  
методи розрахунку електричних кіл;  
основні явища в електричному колі і величини, що їх характеризують;  
переваги та недоліки різних з'єднань генераторів та споживачів трифазного струму;

класичний метод розрахунку перехідних процесів;

#### ***вміти:***

застосовувати основні поняття і закони термодинаміки на практиці;  
розраховувати та визначати термодинамічні параметри;  
аналізувати термодинамічні процеси і цикли газів і водяної пари;  
застосовувати закон Фур'є та диференціальні рівняння до теорії теплопровідності;  
записати диференціальні рівняння конвекційного теплообміну;

розраховувати теплопередачу через плоску та циліндричні стінки;  
 користуватися установками і агрегатами промислової теплотехніки;  
 користуватися холодильними установками і агрегатами;  
 складати електричні кола по схемі заміщення;  
 розв'язувати задачі різними методами розрахунку електричних кіл;  
 будувати векторні діаграми для електричних кіл з (R, L, C);  
 застосовувати закони Ома та Кірхгофа в комплексній формі;  
 складати електричні кола трифазного струму по схемі заміщення;  
 будувати векторні діаграми для електричних кіл трифазного струму;  
 визначати фазні та лінійні напруги і струми при з'єднаннях споживачів трифазного струму зіркою та трикутником;

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

**РН 7.** Організовувати, контролювати та управляти технологічними процесами переробки продовольчої сировини у харчові продукти, у тому числі із застосуванням технічних засобів автоматизації і систем керування.

**РН 13.** Обирати сучасне обладнання для технічного оснащення нових або реконструйованих підприємств (цехів), знати принципи його роботи та правила експлуатації, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів запроектованого асортименту.

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### 3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекцій	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	2	3	3,0	90	2	15	-	-	15	60	-	залік

#### 3.2. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	у тому числі			
		лк	пз	лаб	Інд.

1	2	3	4	5	6	7
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 1. Електротехніка</b>					
Тема 1.1. Електричні кола постійного та однофазного синусоїдного струму.	12	2		4		6
Тема 1.2. Трифазні електричні кола.	9	2				7
Тема 1.3. Перехідні процеси в електричних колах.	11	2		2		7
Тема 1.4. Трансформатори та електричні машини.	13	2		1		10
Разом за змістовим модулем 1	45	8		7		30
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 2. Теплотехніка</b>					
Тема 2.1. Основні поняття і закони термодинаміки та теплові машини.	16	2		4		10
Тема 2.2. Теплопровідність та теплообмін.	16	2		4		10
Тема 2.3. Промислова теплотехніка та холодильні установки.	13	3				10
Разом за змістовим модулем 2	45	7		8		30
Усього годин	90	15		15		60

### 3.3. Тематика семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом

### 3.4. Тематика практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом

### 3.5. Тематика лабораторних занять

№ п/п	Назва роботи	Кількість годин для денної форми навчання
1.	Електричні кола постійного та однофазного синусоїдного струму.	4
2.	Перехідні процеси в електричних колах.	2
3.	Трансформатори та електричні машини.	1
4.	Основні поняття і закони термодинаміки та теплові машини.	4

5.	Теплопровідність та теплообмін.	4
<i>Всього годин</i>		<i>15</i>

### 3.6. Самостійна робота студента

№ п/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми навчання
<b>Самостійна робота студента за Змістовим модулем 1</b>		
1	Електричні кола постійного та однофазного синусоїдного струму. 1. Резонанс напруг. 2. Резонанс струмів 3. Уява електричних величин трифазних систем тригонометричними функціями, графіками, векторами, що обертаються, комплексними числами. 4. Основні схеми з'єднання в трифазних колах. Визначення лінійних та фазних величин. Співвідношення між лінійними та фазними струмами і напругами.	6
2	Трифазні електричні кола. 1. Комбінації з'єднань фаз джерела і споживача.	7
3	Перехідні процеси в електричних колах. 1. Загальні принципи аналізу перехідних процесів	7
4	Трансформатори та електричні машини. 1. Рівняння намагнічуючих сил трансформатора. 2. Схеми заміщення.	10
<b>Самостійна робота студента за Змістовим модулем 2</b>		
6	Основні поняття і закони термодинаміки та теплові машини. 1. Тепло і робота. Перше начало термодинаміки. Теплоємність ідеальних газів. Температурна залежність теплоємності. 2. Другий закон термодинаміки.	10
7	Теплопровідність та теплообмін. 1. Багатошарова плоска стінка 2. Теплопровідність циліндричної стінки	10
8	Промислова теплотехніка та холодильні установки. 1. Основні фізичні властивості холодоагентів	10

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

#### 4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Дисципліною передбачене проведення лекцій та лабораторних занять. Самостійна робота, пов'язана з опрацюванням матеріалів лекцій та літературних

джерел за відповідною тематикою, супроводжується формуванням напрацювань, що в подальшому буде використане під час заліку. Для досягнення освітньої мети й прогнозованих програмних результатів у дисципліні використовуються інтерактивні методи навчання: робота в малих групах та інші освітні технології.

## **5. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни**

**5.1. Критерієм успішного проходження студентом оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання даної дисципліни.**

### **1. Поточний контроль (тестування та поточне опитування)**

Максимальна кількість балів за всі контрольні запитання дорівнює 30 балів.

Критерії оцінювання запитань в білеті (3 питання):

Три питання по 10 балів;

Правильна повна відповідь – 10-8 балів;

Відповідь з допущеними невеликими помилками – 7-5 бали;

Відповідь з допущеною суттєвою помилкою – 4-2 бали;

Неправильна відповідь – 0 балів.

### **2. Лабораторний практикум**

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 30 балів

Критерії оцінювання:

#### **• Підготовка до роботи:**

Занотована визначена кількість текстового матеріалу (назва роботи, завдання, обладнання та матеріали, коротка теоретична частина, схема установки), відповідає на поставлені викладачем питання щодо порядку виконання роботи – 1 бал;

Занотована визначена кількість текстового матеріалу (назва роботи, завдання, обладнання та матеріали, коротка теоретична частина, схема установки), не відповідає на поставлені викладачем питання щодо порядку виконання роботи – 0,5 бала;

#### **• Виконання лабораторної роботи:**

Самостійно проводить вимірювання під наглядом викладача, самостійно проводить необхідні розрахунки, акуратно і свідомо оформляє звіт – 1 бал;

Проводить вимірювання з мінімальною допомогою викладача, проводить необхідні розрахунки з невеликою кількістю помилок, акуратно і свідомо оформляє звіт – 0,7 бала;

Проводить вимірювання з допомогою викладача, проводить необхідні розрахунки з помилками, не зовсім охайно оформляє звіт – 0,5 бала;

Не може проводити вимірювання без допомоги викладача, не може проводити необхідні розрахунки без помилок, неохайно оформляє звіт – 0,2 бала;

Повністю пасивний при проведенні вимірювань і розрахунків - 0 балів.

- **Захист роботи:**

Звіт оформлено охайно та згідно вимог, з розумінням дає вичерпну відповідь на поставлені запитання – 3-2 бали;

Звіт оформлено згідно вимог та не зовсім охайно, дає не повну відповідь на поставлені запитання, частково орієнтується в суті питання – 0,5-1.9 бала;

Звіт оформлено згідно вимог, але неохайно і переписано у колег, не може дати відповідь на поставлені запитання, не орієнтується в суті питання – 0 балів

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

## **5.2. Перелік питань для самоконтролю й контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни**

### **5.2.1. Питання поточного контролю**

#### **Перелік питань до змістовного модуля 1**

##### **Основні**

1. Зображення синусоїдальних величин векторами. Векторна діаграма.
2. Елементи кіл змінного струму.
3. Резистор. Котушка індуктивності та конденсатор. Послідовне з'єднання R, L, C. векторна діаграма. Трикутник опорів.
4. Паралельне з'єднання R, L, C та векторна діаграма. Трикутник опорів.
5. Принцип дії трифазного синхронного генератора. Трифазне коло.
6. Розрахунок трифазних кіл. Потужність трифазних кіл.
7. Перехідні процеси в електричних колах. Закони комутації.
8. Що таке номінальний режим. Коефіцієнт корисної дії джерела
9. Режим холостого ходу і короткого замикання
10. Джерело ЕРС та джерело струму

11. Закони Кірхгофа
12. Перетворення трикутника опорів в еквівалентну зірку.
13. Використання законів Кірхгофа для розрахунку складних кіл.
14. Метод суперпозиції.
15. Метод контурних струмів.
16. Метод вузлових напруг.
17. Метод еквівалентного генератора
18. Опір і провідність в комплексній формі. Активна, реактивна і повна потужність.
19. Будова та принцип дії однофазного трансформатора.
20. Режими роботи.
21. Холостий хід трансформатора. Векторна діаграма.
22. Навантажений режим трансформатора

### **Питання, винесені на самостійне опрацювання**

1. Резонанс напруг.
2. Резонанс струмів.
3. Уява електричних величин трифазних систем тригонометричними функціями, графіками, векторами, що обертаються, комплексними числами.
4. Основні схеми з'єднання в трифазних колах. Визначення лінійних та фазних величин. Співвідношення між лінійними та фазними струмами і напругами.
5. Комбінації з'єднань фаз джерела і споживача.
6. Загальні принципи аналізу перехідних процесів
7. Рівняння намагнічуючих сил трансформатора.
8. Схеми заміщення.

### **Перелік питань до змістовного модуля 2**

#### **Основні**

3. Основні поняття термодинаміки.
4. Внутрішня енергія. Внутрішня енергія як функція стану. Число ступенів вільності. Розподіл енергії за ступенями вільності. Внутрішня енергія ідеального газу.
5. Основні способи передачі теплоти.
6. Температурне поле, ізотермічне поле, градієнт температур, закон Фур'є.
7. Диференціальне рівняння теплопровідності.
8. Граничні умови I-IV роду.
9. Методи розв'язку задач теплопровідності.
10. Теплопровідність плоскої стінки.
11. Теплова ізоляція.

12. Інтенсифікація процесів теплопередачі.
13. Загальні відомості та класифікація холодильних установок.
14. Принципи дії і будова холодильних установок.
15. Холодильні установки.
16. Парокомпресійні холодильні установки.
17. Властивості холодильних агентів.

### **Питання, винесені на самостійне опрацювання**

1. Теплота і робота. Перше начало термодинаміки. Теплоємність ідеальних газів. Температурна залежність теплоємності.
2. Другий закон термодинаміки.
3. Багат шарова плоска стінка
4. Теплопровідність циліндричної стінки.
5. Основні фізичні властивості холодоагентів.

### **5.2.2. Питання підсумкового контролю**

1. Зображення синусоїдальних величин векторами. Векторна діаграма.
2. Елементи кіл змінного струму.
3. Резистор. Котушка індуктивності та конденсатор. Послідовне з'єднання R, L, C. Векторна діаграма. Трикутник опорів.
4. Паралельне з'єднання R, L, C та векторна діаграма. Трикутник опорів.
5. Резонанс напруг.
6. Резонанс струмів
7. Принцип дії трифазного синхронного генератора. Трифазне коло.
8. Уява електричних величин трифазних систем тригонометричними функціями, графіками, векторами, що обертаються, комплексними числами.
9. Основні схеми з'єднання в трифазних колах. Визначення лінійних та фазних величин. Співвідношення між лінійними та фазними струмами і напругами.
10. Розрахунок трифазних кіл. Потужність трифазних кіл.
11. Комбінації з'єднань фаз джерела і споживача.
12. Перехідні процеси в електричних колах. Закони комутації.
13. Загальні принципи аналізу перехідних процесів.
14. Що таке номінальний режим. Коефіцієнт корисної дії джерела.
15. Режими холостого ходу і короткого замикання.
16. Джерело ЕРС та джерело струму.

17. Закони Кірхгофа.
18. Перетворення трикутника опорів в еквівалентну зірку.
19. Використання законів Кірхгофа для розрахунку складних кіл.
20. Метод суперпозиції.
21. Метод контурних струмів.
22. Метод вузлових напруг.
23. Метод еквівалентного генератора
24. Опір і провідність в комплексній формі. Активна, реактивна і повна потужність.
25. Будова та принцип дії однофазного трансформатора.
26. Режими роботи.
27. Холостий хід трансформатора. Векторна діаграма.
28. Навантажений режим трансформатора.
29. Рівняння намагнічуючих сил трансформатора.
30. Схеми заміщення.
31. Основні поняття термодинаміки.
32. Внутрішня енергія. Внутрішня енергія як функція стану. Число ступенів вільності. Розподіл енергії за ступенями вільності. Внутрішня енергія ідеального газу.
33. Тепло і робота. Перше начало термодинаміки. Теплоємність ідеальних газів. Температурна залежність теплоємності.
34. Другий закон термодинаміки.
35. Основні способи передачі теплоти
36. Температурне поле, Ізотермічне поле, градієнт температур, закон Фур'є.
37. Диференціальне рівняння теплопровідності.
38. Граничні умови I-IV роду.
39. Методи розв'язку задач теплопровідності.
40. Теплопровідність плоскої стінки.
41. Багат шарова плоска стінка.
42. Теплопровідність циліндричної стінки.
43. Теплова ізоляція.
44. Інтенсифікація процесів теплопередачі.
45. Загальні відомості та класифікація холодильних установок.
46. Принципи дії і будова холодильних установок.
47. Холодильні установки.
48. Парокомпресійні холодильні установки.
49. Властивості холодильних агентів.
50. Основні фізичні властивості холодоагентів.

### 5.3. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

### 5.4. Засоби оцінювання

Засоби оцінювання та демонстрування результатів навчання даної дисципліни наступні:

- модульні контрольні роботи з використанням стандартизованих тестів;
- виконання та захист лабораторних робіт.

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

### 5.5. Форми оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Даною дисципліною передбачені наступні форми поточного контролю: усні та письмові (тестування) відповіді студента; захист лабораторних робіт.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, виконання практикуму залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання навчальних завдань;
  - повний обсяг їх виконання;
  - якість виконання навчальних завдань;
  - самостійність виконання;
  - творчий підхід у виконанні завдань;
  - ініціативність у навчальній діяльності.
- Форма підсумкового контролю – залік.

## **6. Політика академічної доброчесності**

Освітня діяльність (викладача і студента) під час вивчення навчальної дисципліни «Теплотехніка та електротехніка в Фізика» ґрунтується на принципах співробітництва та академічної доброчесності. Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями й об'єктивно оцінені викладачем.

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](https://www.chnu.edu.ua/media/f5eleobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf).

## **7. Рекомендована література**

### **7.1. Фахова (основна)**

1. Паначевний Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка.- К. Каравела, 2009.- 296 с.
2. Малинівський С.М. Загальна електротехніка. Підручник.- Львів: БескидБіт, 2003.- 630 с.
3. Богданов І.Т., Рогозін І.В., Електротехніка. Лабораторні роботи. Навчально-методичний посібник для виконання лабораторних робіт з електротехніки. – Запоріжжя: Просвіта, 2005. – 124с.
4. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.А., Лазоренко В.О., Міщенко А.В., Шелімова В.О. Теплотехніка: Підручник. – Київ: «Інкос», 2005. – 400 с.

5. Коновалова С.О. Теплотехніка та теплоенергетика: Навчальний посібник. – Краматорськ: ДДМА, 2009. – 300 с.
6. Обертюх Р.Р. Теоретичні основи теплотехніки: Навчальний посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 165 с.
7. Домініков М.М. Електротехніка. Навчальний посібник. Чернівці, :Рута, 2008.-168с.
8. Процеси і апарати харчових виробництв / За ред. проф. І.Ф.Малежика. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
9. Шалугін, В.С. Процеси та апарати промислових технологій. Навчальний посібник / В.С.Шалугін, В.М.Шмандій. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.
- 10.Поджарський М.А. Посібник до вивчення курсу „Процеси й апарати харчових виробництв”/ М.А.Поджарський. – Д.: РВВ ДНУ, 2006. – 28 с.

## 7.2. Допоміжна

1. Вартабедян В.А. Загальна електротехніка. К., 1986.- 360с.
2. Міліх В.І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2006.- 376 с.
3. Титаренко М.В. Електротехніка: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2004.-240с.

## 8. Інформаційні ресурси

1. Електронна навчальна платформа Moodle:<https://moodle.chnu.edu.ua/>

### Додатково

#### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)							Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль №2				
T1.1	T1.2	T1.3	T1.4	T2.1	T2.2	T2.3	40	100
6	8	8	8	10	10	10		

**T1.1, T1.2 ... T3.4 – теми змістових модулів. Оцінка за опрацювання питань, винесених на самостійну роботу, враховується у загальній кількості балів за відповідною темою.**

Таким чином, згідно шкали ECTS і розподілу балів за різні види діяльності загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни:

**Зміст. модуль 1 + Зміст. модуль 2 = 30 + 30 = 60 балів**

Підсумковий модуль (залік) – **40 балів.**

У разі проведення контролю у вигляді тестування засобами Moodle результуюча оцінка за контрольну роботу/залік визначається кількістю правильних відповідей на тестові запитання з максимумом, що передбачає даний етап контролю.

Всього за курс – **100 балів.**