

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Енергетики та електротехнічних систем

«Затверджую»

Завідувач кафедри



(Доц. Чепіжний А.В.)
« » 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 2.2.1.1 (ВК 2) Моделювання теплових і гідродинамічних процесів

Спеціальність

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка »

Освітньо-~~професійна програма~~ «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Факультет: *Інженерно-технологічний*

2020 – 2021 навчальний рік

Робоча програма з
Моделювання теплових і гідродинамічних процесів

для студентів за спеціальністю
141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Розробник:


кандидат технічних наук, доцент Сіренко В. Ф. ()
прізвище, ініціали підпис

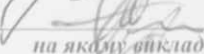
Робочу програму схвалено на засіданні кафедри **Енергетики та електротехнічних систем**


Протокол від " 8 " червня 2020 року, № 20.

Завідувач кафедри  (Чепіжний А.В.)

Погоджено:

Гарант освітньої програми  (професор Яковлев В.Ф.)

Декан факультету  (Доц. Довжик М.Я.)
на якому викладається дисципліна

Декан факультету  (Доц. Довжик М.Я.)
до якого належить кафедра

Методист відділу якості освіти,
ліцензування та акредитації

 Н.М. Баранек

Зареєстровано в електронній базі: дата: 01.07, 2020 р.

© СНАУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 14 Електрична інженерія	<i>Вибіркова</i>	<i>Вибіркова</i>
Модулів – 2	Спеціальність: 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”	Рік підготовки:	
Змістових модулів: 5		2020 - 2021-й	2020 - 2021-й
		Курс	
		1 м	1 м
		Семестр	
Загальна кількість годин - 150		2 (в)	2 (в)
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента - 5	Освітній ступінь: <i>магістр</i>	Лекції	
		30 год.	6
		Практичні, семінарські	
		30 год.	14
		Лабораторні	
		16 год.	
		Самостійна робота	
		74 год.	130
Індивідуальні завдання:			
Вид контролю:		екзамен	екзамен

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання - 50,7 / 49,3 (76/74)

для заочної форми навчання 13,3/86,7 (20/130)

1. Мета та завдання дисципліни

Мета: Метою викладання навчальної дисципліни “ Моделювання теплових та гідродинамічних процесів ” є отримати відомості в області теорії і практики використання передових методів при вирішенні енергетичних проблем в різних галузях сільськогосподарського господарства і в побуті, в тому числі рішенням проблем енергозберігаючих технологій.

Завдання: підготувати магістрів до практичної і наукової діяльності в області сучасних і пріоритетних методах підвищення рівня вирішення енергетичних проблем, у тому числі методами моделювання. Для досягнення цієї мети магістр повинен вивчити: принципи математичного, фізичного і аналогового моделювання; основні поняття і визначення в області моделювання, вирішення прямих, зворотних і інверсних задач, основи теорії подібності, електротеплових і електротеплогідродинамічних моделей, визначення погрешностей при моделюванні теплових і гідродинамічних процесів. Особливу увагу необхідно приділити методам комп'ютерного моделювання процесів тепломасообміну.

2. Результати навчання:

Студенти повинні знати :

Модуль 1:

- основи сучасних методів моделювання енергетичних і енергоспоживальних систем;
- методи і засоби визначення найбільш ефективних в енергетичному і економічному відношенні рішення;
- який метод моделювання є найбільш раціональним для вирішення поставленої перед ним задачі;
- оцінити ефективність рішення і при необхідності вирішити оптимізаційну задачу.

Модуль 2:

- основи сучасних методів моделювання процесів тепломасообміну при переробці продукції сільського господарства;
- методи і засоби визначення найбільш ефективних рішень математичних моделей, що описують процеси тепломасообміну;
- методи сушки та основи зберігання продукції сільського господарства.

вміти:

Модуль 1:

- сформулювати метод моделювання, найбільш прийнятний для вирішення конкретної задачі;
- виконати моделювання вивчаючого явища;
- зробити висновки і надати рекомендації;
- як вирішувати математичну задачу при математичному методі моделювання.

Модуль 2:

- провести моделювання процесів тепломасообміну в процесах переробки СП, найбільш прийнятний для вирішення конкретної задачі;
- провести розрахунок процесів за вибраною моделлю;
- зробити висновки і надати рекомендації;
- виконувати розрахунки в процесах сушки та зберігання продукції СП.

2. Програма навчальної дисципліни

Знаходиться на апробації протокол №15 засідання кафедри Енергетики в АПК від « 10 » травня 2020 р.

МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОБІМІННИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.

Змістовий модуль 1. Математичне моделювання.

1. 1. Основні поняття: модель, моделювання.

Дайте визначення моделі. Особливості геометричної, фізичної і математичної моделі. Відмінність математичної моделі від фізичної. Методи моделювання.

1. 2. Основні типи математичних моделей, їх характеристики.

Основи вирішення прямих задач. Приведіть приклади. Викладіть основи вирішення зворотних задач. Ідентифікація параметрів. Основи рішення інверсних задач.

Змістовий модуль 2. Розв'язок мат. моделей

1. 3. Крайові умови.

Типи граничних умов. Приклад математичної моделі процесу нестационарної теплопровідності. Приклад математичної моделі процесу масообміну.

1. 4. Методи вирішення рівнянь тепло- масообміну.

Аналітичні та чисельні методи розв'язку. Основні чисельні методи розв'язку рівнянь тепломасообміну. Відмінні особливості коефіцієнту теплообміну і коефіцієнту масообміну. Виклад основ теорії подібності.

1. 5. Методи комп'ютерного моделювання

Виклад основ математичного моделювання. Принципи комп'ютерного моделювання.

1. 6. Сіткові моделі. Їх відмінні властивості

Методи комп'ютерного моделювання основних рівнянь тепломасообміну в процесах переробки сільгосппродукції. Метод сіток, їх типи, основні принципи побудови сіток. Особливості побудови сіток поблизу поверхні тіл.

Змістовий модуль 3. Подібність процесів

1. 7. Основи теорії подібності

Основи теорії подібності. Приклад запису математичної моделі в безрозмірній формі. Значення узагальнених параметрів. Критерії подібності. Приклад критеріального рівняння.

1. 8. Подібність теплових процесів

Чисельна сіткова модель для моделювання теплообмінних процесів. Основні методи аналітичного розв'язку рівняння теплопровідності.

МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Змістовий модуль 4. Тепломасообмінні процеси

2. 1. Основні теоретичні положення тепломасообміну в технологічних процесах переробки продукції сільського господарства.

Визначення процесів тепломасообміну. Диференціальні рівняння теорії конвективного теплообміну. Умови однозначності конвективного теплообміну.

Тема 2.2. Загальні поняття та закономірності процесів та апарати переробних виробництв

Класифікація процесів харчової технології. Основні цілі розрахунку процесів та апаратів: Моделювання. Основні термодинамічні процеси

Тема 2.3. Моделювання в гідромеханіці

Основні властивості рідин. Гідростатика. Гідродинаміка

Тема 2.4. Гідромеханічні процеси

Методи розділення неоднорідних систем 2. Процеси утворення неоднорідних систем. Псевдозрідження.

Тема 2.5. Моделювання масообмінних процесів

Екстракція. Адсорбція. Сушіння. Кристалізація.

Змістовий модуль 5. Моделювання сушки

2.6. Основні положення теорії сушки.

Основні положення теорії сушки. Стадії процесу сушки. Критерії подібності при сушці. Приведіть приклади. Приклад критеріального рівняння для процесу сушки.

2.7. Основні типи сушилок та процеси, що в них протікають.

Основні типи сушилок. Процеси, що протікають в сушилках. Запис математичної моделі, що описує процес сушки. Значення узагальнених параметрів процесу сушки.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	Усьо- го	у тому числі				
лек		пр	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.						
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання.						
Тема 1. Основні поняття: модель, моделювання.	4	2	2			
Тема 2. Основні типи математичних моделей, їх характеристики.	6	2	2	2		
Разом за змістовим модулем 1	10	4	4	2		
Змістовий модуль 2. Розв'язок мат. моделей						
Тема 3. Крайові умови.	16	2	2			12
Тема 4. Методи вирішення рівнянь тепло- масообміну.	18	2	2	2		12
Тема 5. Методи комп'ютерного моделювання	19	2	2	2		13
Разом за змістовим модулем 2	53	6	6	4		37
Змістовий модуль 3. Подібність процесів						
Тема 6. Основи теорії подібності і розмірності	4	2	2			
Тема 7. Типи задач теплопровідності	6	2	2	2		
Разом за змістовим модулем 3	10	4	4	2		
МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ						
Змістовий модуль 4. Тепломасообмінні і гідромеханічні процеси						
Тема 8. Основні теоретичні положення тепломасообміну в технологічних процесах переробки продукції сільського господарства	4	2	2			

Тема 9. Загальні поняття та закономірності процесів та апарати переробних виробництв	17	2	2			13
Тема 10. Моделювання в гідромеханіці	6	2	2	2		
Тема 11. Гідромеханічні процеси	8	2	2	4		
Тема 12. Способи передачі теплоти	18	2	2	2		12
Тема 13. Моделювання масообмінних процесів	4	2	2			
Разом за змістовим модулем 4	57	10	10	8		25
Змістовий модуль 5. Моделювання сушки						
Тема 14. Особливості сушки	16	2	2			12
Тема 15 Способи сушіння.	4	2	2			
Разом за змістовим модулем 5	20	4	4			12
ІНДЗ						
Усього годин	150	30	30	16		74

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усьо го	у тому числі					Усь ого	у тому числі				
л		п	ла б	ін д	с.р.	л		п	лаб	ін д	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.												
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання.												
Тема 1. Основні поняття: модель, моделювання.	4	2	2				2		2			
Тема 2. Основні типи математичних моделей, їх характеристики.	6	2	2	2			4	2	2			
Разом за змістовим модулем 1	10	4	4	2			6	2	4			
Змістовий модуль 2. Розв'язок мат. моделей												
Тема 3. Крайові умови.	16	2	2			12	21					21
Тема 4. Методи вирішення рівнянь тепло- масообміну.	18	2	2	2		12	21					21
Тема 5. Методи комп'ютерного моделювання	19	2	2	2		13	24		2			22
Разом за змістовим модулем 2	53	6	6	4		37	24		2			22
Тема 6. Основи теорії подібності і розмірності	4	2	2									
Тема 7. Типи задач теплопровідності	6	2	2	2			2	2				
Разом за змістовим модулем 3	10	4	4	2			68	2				66
МОДУЛЬ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ												
Змістовий модуль 4. Тепломасообмінні і гідромеханічні процеси												
Тема 8. Основні теоретичні положення тепломасообміну в технологічних процесах переробки продукції сільського господарства	4	2	2									
Тема 9. Загальні поняття та закономірності процесів та апарати переробних	17	2	2			13	22					22

виробництв													
Тема 10. Моделювання в гідромеханіці	6	2	2	2			2		2				
Тема 11. Гідромеханічні процеси	8	2	2	4			2		2				
Тема 12. Способи передачі теплоти	18	2	2	2			12	22					22
Тема 13. Моделювання масообмінних процесів	4	2	2										
Разом за змістовим модулем 4	57	10	10	8			25	48		4			44
Змістовий модуль 5. Моделювання сушки													
Тема 14. Особливості сушки	16	2	2				12	26	2	2			22
Тема 15 Способи сушіння.	4	2	2										
Разом за змістовим модулем 5	20	4	4				12	26	2	2			22
ІНДЗ													
Усього годин	150	30	30	16			74	150	6	14			130

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. Лекції (денна форма)

№ п/п	Назва та зміст модулів та їх елементів	Кіль- кість годин дф
1	Модуль 1. Теоретичні основи моделювання теплообмінних та гідродинамічних процесів.	
1.1	Тема 1. Основні поняття: модель, моделювання. План Дайте визначення моделі. Особливості геометричної, фізичної і математичної моделі. Відмінність математичної моделі від фізичної. Методи моделювання.	2
1.2	Тема 2. Основні типи математичних моделей, їх характеристики План 1 Визначення 2 Класифікація моделей 3 Приклад 4 Жорсткі і м'які моделі 5 Універсальність моделей	2

	6 Пряма і зворотна задачі математичного моделювання 7 Комп'ютерні системи моделювання	
1.3	Тема 3. Крайові умови. План 1. Теорія теплопровідності. Загальні дані. 2. Температурне поле, градієнт температури і закон Фур'є. 3. Диференціальне рівняння теплопровідності 4. Умови однозначності	2
1.4	Тема 4. Методи вирішення рівнянь тепло- масообміну. План 1. Диференціальні рівняння в часткових похідних 2. Рівняння параболічного типу. Рівняння поширення тепла в стержні. 3. Поширення тепла в просторі.	2
1.5	Тема 5. Методи комп'ютерного моделювання План 1. Числові методи розв'язку задач теплопровідності 2. Кінцево-різницевий метод розв'язку рівнянь в частинних похідних 3. Дослідження теплопровідності методом аналогії	2
1.6	Тема 6. Основи теорії подібності і розмірності План 1. Значення теорії подібності для теорії теплообміну 2. Поняття про подібність фізичних явищ 3. Умови подібності фізичних явищ 4 Отримання чисел подібності Числа подібності, які застосовуються при розв'язку задач конвективного теплообміну. 5. Метод аналізу розмірності	2
1.7	Тема 7. Типи задач теплопровідності 1. Стационарна теплопровідність 1.1. Загальне диференціальне рівняння одномірного температурного поля для необмеженої плоскої стінки, необмеженого циліндра і кулі. 2. Нестационарна теплопровідність 3. Методи інтегрального перетворення	2
2	Модуль 2. Моделювання технологічних процесів	18
2.1	Тема 8. Основні теоретичні положення тепломасообміну в технологічних процесах переробки продукції сільського господарства План 1. Основні положення і визначення	2

	2. Диференціальні рівняння теорії конвективного теплообміну 3. Умови однозначності конвективного теплообміну	
2.2	Тема 9. Загальні поняття та закономірності процесів та апарати переробних виробництв План 1. Класифікація процесів харчової технології 2. Основні цілі розрахунку процесів та апаратів: 3. Моделювання 4. Основні термодинамічні процеси	2
2.3	Тема 10. Моделювання в гідромеханіці План 1. Основні властивості рідин 2. Гідростатика 3. Гідродинаміка	2
2.4	Тема 11. Гідромеханічні процеси План 1. Методи розділення неоднорідних систем 2. Процеси утворення неоднорідних систем 3. Псевдозрідження	2
2.5	Тема 12. Способи передачі теплоти План 1. Теплові процеси 2. Основні закономірності теплообміну 3. Тепловіддача при фазовому переході. 4. Процес теплопередачі	2
2.7	Тема 13. Моделювання масообмінних процесів План 1. Екстракція 2. Адсорбція 3. Сушіння 4. Кристалізація	2
2.8	Тема 14. Особливості сушки План 1. Загальна картина тепловологопереносу. 2. Кінетика процесу. 3. Переваги конвективної сушки.	2
2.9	Тема 15 Способи сушіння. Способи сушіння. 1. Технологічні схеми. 2. Обладнання сушарок.	2
	Разом:	30

4.2. Лекції (заочна форма)

№ п/п	Назва та зміст модулів та їх елементів	Кількість годин дф
1	<p>Тема 2. Основні типи математичних моделей, їх характеристики</p> <p>План</p> <p>1 Визначення 2 Класифікація моделей 3 Приклад 4 Жорсткі і м'які моделі 5 Універсальність моделей 6 Пряма і зворотна задачі математичного моделювання 7 Комп'ютерні системи моделювання</p>	2
2	<p>Тема 7. Типи задач теплопровідності</p> <p>1. Стационарна теплопровідність 1.1. Загальне диференціальне рівняння одновимірного температурного поля для необмеженої плоскої стінки, необмеженого циліндра і кулі. 2. Нестационарна теплопровідність 3. Методи інтегрального перетворення</p>	2
3	<p>Тема 14. Особливості сушки</p> <p>План</p> <p>1. Загальна картина тепловологопереносу. 2. Кінетика процесу. 3. Переваги конвективної сушки.</p>	2
Разом:		6

4. Теми практичних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Модуль 1. Теоретичні основи моделювання теплообмінних та гідродинамічних процесів.	
1	Тема 1: Теплопровідність для стаціонарного режиму Загальні відомості Приклади розв'язання задач Задачі для самостійної роботи	2
2	Тема 2: Теплопередача Загальні відомості Приклади розв'язання задач Задачі для самостійної роботи	2
3	Тема 3: Теплопередача через оребрені поверхні	2

	Загальні відомості Приклади розв'язання задач Задачі для самостійної роботи	
4	Тема 4: Тепломасообмінні та термовологісні процеси Загальні відомості Приклади розв'язання задач Задачі для самостійної роботи	2
	<i>Модуль 2. Моделювання технологічних процесів</i>	
5	Тема 5. Математичне моделювання при розрахунку водопровідної мережі Вихідні дані для розрахунку Особливості і послідовність гідравлічного розрахунку водопровідної мережі Потокорозподіл на ділянках тупикової водопровідної мережі Потокорозподіл на ділянках кільцевої водопровідної мережі Ув'язка кільцевої водопровідної мережі	2
6	Тема 6: Розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь із використанням комплекта програм MathCad Вказівки до вивчення теми Порядок виконання роботи Індивідуальні завдання Приклади розв'язання рівнянь	2
7	Тема 7: Розв'язання систем нелінійних рівнянь Вказівки до вивчення теми Порядок виконання роботи Індивідуальні завдання Приклади розв'язання систем нелінійних рівнянь	2
8	Тема 8: Обчислення визначених інтегралів 13.1 Вказівки до вивчення теми 13.2 Порядок виконання роботи 13.3 Індивідуальні завдання 13.4 Приклади обчислення інтегралів	2
9	Тема 9: Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь Вказівки до вивчення теми Порядок виконання роботи Індивідуальні завдання Приклади розв'язання диференціальних рівнянь.	2
10	Тема 10. Класифікація неоднорідних систем та перемішування. Класифікація і характеристика неоднорідних систем. Перемішування в рідких середовищах. Будова мішалок.	2

11	Тема 11. Відстоювання і осідання в гравітаційному полі. Відстоювання в гравітаційному полі. Розрахунок відстійних апаратів. Конструкції відстійників.	2
12	Тема 12. Проектування мішалок на основі гідродинамічного моделювання Вступ Аналіз конструкції обладнання Технічна характеристика Будова та принцип дії Технологічний розрахунок Тепловий розрахунок Конструктивний розрахунок Енергетичний розрахунок Монтаж і експлуатація мішалки Монтаж датчиків і регулюючих органів на об'єкті Експлуатація	2
13	Тема 13: Застосування моделювання гідродинамічних і теплових процесів при зміні агрегатного стану. Проектування двокорпусної випарної установки для концентрування яблучного соку. Конструктивні особливості. Технологічний розрахунок виробництва концентрованого яблучного соку Тепловий розрахунок Гідравлічний розрахунок Техніко-економічні показники роботи апарата	2
14	Тема 14: Приклад тепломасообмінних процесів при конвективному висушуванні продукції СГ в технологіях харчової промисловості. Обладнання та принцип дії конвективних сушарок Послідовність розрахунків пневмотранспортних сушарок Матеріальний баланс Тепловий баланс Конструктивні розрахунки	2
15	Тема 15: Приклади розрахунків конвективних сушарок Орієнтовний розрахунок пневмотранспортної сушарки для сушіння хлористого калію Розрахунки основних розмірів сушарки Розрахунки витрат сушильного агента тепла та природного газу Тепловий баланс Уточнений розрахунок розмірів і робочих параметрів сушарки	2

	Гідравлічний опір установки	
	Разом:	30

5. Теми практичних занять
(заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1: Теплопровідність для стаціонарного режиму Загальні відомості Приклади розв'язання задач Задачі для самостійної роботи	2
2	Тема 2: Теплопередача Загальні відомості Приклади розв'язання задач Задачі для самостійної роботи	2
3	Тема 5. Математичне моделювання при розрахунку водопровідної мережі Вихідні дані для розрахунку Особливості і послідовність гідравлічного розрахунку водопровідної мережі Потокорозподіл на ділянках тупикової водопровідної мережі Потокорозподіл на ділянках кільцевої водопровідної мережі Ув'язка кільцевої водопровідної мережі	2
4	Тема 8: Обчислення визначених інтегралів 13.1 Вказівки до вивчення теми 13.2 Порядок виконання роботи 13.3 Індивідуальні завдання 13.4 Приклади обчислення інтегралів	2
5	Тема 10. Класифікація неоднорідних систем та перемішування. Класифікація і характеристика неоднорідних систем. Перемішування в рідких середовищах. Будова мішалок.	2
6	Тема 11. Відстоювання і осідання в гравітаційному полі. Відстоювання в гравітаційному полі. Розрахунок відстійних апаратів. Конструкції відстійників.	2
7	Тема 14: Приклад тепломасообмінних процесів при конвективному висушуванні продукції СГ в технологіях харчової промисловості. Обладнання та принцип дії конвективних сушарок Послідовність розрахунків пневмотранспортних сушарок	2

	Матеріальний баланс Тепловий баланс Конструктивні розрахунки	
Разом:		14

6. Теми лабораторних занять
(денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тепловіддача за умови вільної конвекції	2
2	Тепловіддача в разі вимушеного руху теплоносія	2
3	Теплообмін в разі зміни агрегатного стану речовини	2
4	Тепловіддача в разі обтікання труб і трубних пучків	2
5	Теплообмін випромінюванням	2
6	Дослідження характеристик відцентрового насосу	2
7	Дослідження процесу відстоювання у центрифугі	2
8	Вивчення процесу механічного перемішування в апаратах	2
Разом		16

7. Самостійна робота
(денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Деякі скінченно-різницеві методи розв'язування диференціальних рівнянь Вступ. 1. Чисельна ітерація рівнянь Ньютона а) метод Ейлера 2. Алгоритм Бімана і Шофілда 3. Метод Рунге-Кутта а) Метод Рунге — Кутта 4-го порядку б) Неявні схеми Рунге-Кутта в) Неявні інтерполяційні схеми 4. Метод Адамса 5. Метод Крилова	12
2	ОСНОВИ МАСОПЕРЕДАЧІ 1. Класифікація процесів масопередачі 2. Способи вираження концентрації 3. Закони масопередачі 4. Стан рівноваги. 5. Абсорбція	12

	6. Перегонка	
3	Теплові технологічні процеси 1. Короткі відомості про протікання теплових процесів 2. Нагрівання (охолодження) рідин та газів. 3. Штучне охолодження 4. Конденсація парів	13
4	Фільтрування в гравітаційному полі. Загальні відомості. Фізичні основи процесу. Режими фільтрування. Фільтрувальна апаратура.	13
5	Відцентрове осідання. Загальні відомості. Фізичні основи процесу. Розрахунок відстійних центрифуг. Надцентрифугування Циклонний процес. Загальні відомості. Фізичні основи процесу. Конструкції циклонів.	12
6	Відцентрове фільтрування. Загальні відомості. Будова центрифуг.	12
	Разом	74

8. Самостійна робота (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Деякі скінченно-різницеві методи розв'язування диференціальних рівнянь Вступ. 1. Чисельна ітерація рівнянь Ньютона а) метод Ейлера 2. Алгоритм Бімана і Шофілда 3. Метод Рунге-Кутта а) Метод Рунге — Кутта 4-го порядку б) Неявні схеми Рунге-Кутта в) Неявні інтерполяційні схеми 4. Метод Адамса 5. Метод Крилова	21
2	ОСНОВИ МАСОПЕРЕДАЧІ 1. Класифікація процесів масопередачі 2. Способи вираження концентрації 3. Закони масопередачі 4. Стан рівноваги. 5. Абсорбція 6. Перегонка	21
3	Теплові технологічні процеси	22

	1. Короткі відомості про протікання теплових процесів 2. Нагрівання (охолодження) рідин та газів. 3. Штучне охолодження 4. Конденсація парів	
4	Фільтрування в гравітаційному полі. Загальні відомості. Фізичні основи процесу. Режими фільтрування. Фільтрувальна апаратура.	22
5	Відцентрове осідання. Загальні відомості. Фізичні основи процесу. Розрахунок відстійних центрифуг. Надцентрифугування Циклонний процес. Загальні відомості. Фізичні основи процесу. Конструкції циклонів.	22
6	Відцентрове фільтрування. Загальні відомості. Будова центрифуг.	22
	Разом	130

9. Індивідуальні завдання

1. Підготовка рефератів:

1. Сучасні напрямки розвитку енергетичного обладнання.
2. Оптиміальні режими роботи теплового та енергетичного обладнання.
3. Застосування відновлювальних енергоресурсів.
4. Використання вторинних енергоресурсів.
5. Дослідження сучасних конструкцій, оптимальних режимів роботи енергетичних установок і систем.

14. Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. *Словесні*: розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, інструктаж, робота з книгою (читання, переказ, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, графіків, тощо).

1.2. *Наочні*: демонстрація, ілюстрація, спостереження.

1.3. *Практичні*: лабораторний метод, практична робота, виробничо-практичні методи.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. *Аналітичний*.

2.2. *Методи синтезу*.

2.3. *Індуктивний метод*.

2.4. *Дедуктивний метод*.

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

3.1. *Проблемний.*

3.2. *Частково-пошуковий (евристичний).*

3.3. *Дослідницький*

3.4. *Репродуктивний.*

3.5. *Пояснювально-демонстративний.*

4. Активні методи навчання (наприклад) - використання технічних засобів навчання, мозкова атака, ділові та рольові ігри, , використання проблемних ситуацій, екскурсії, заняття на виробництві, групові дослідження, самооцінка знань, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання опорних конспектів лекцій *та інші*)

5. Інтерактивні технології навчання (наприклад) - використання мультимедійних технологій, інтерактивної дошки та електронних таблиць, *та інші.*

15. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС

2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)

3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:

- рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях;

- активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;

- результати виконання та захисту лабораторних робіт;

- експрес-контроль під час аудиторних занять;

- самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;

- виконання аналітично-розрахункових завдань;

- написання рефератів, звітів;

- результати тестування;

- письмові завдання при проведенні контрольних робіт.

4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання :

- науково-дослідна робота.

15. Розподіл балів, які отримують студенти

При формі контролю «іспит» на денній формі навчання

Поточне тестування та самостійна робота							
Модуль 1 – 20 балів							
Змістовий модуль 1-4 балів		Змістовий модуль 2-8 балів				Змістовий модуль 3-8 балів	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
2	2	2	2	2	2	4	4

Поточне тестування та самостійна робота							Разом за модулі та СРС	Атестування	Підсумковий тесті екзамени	Сума	
Модуль 2 – 20 балів											
Змістовий модуль 4-8 балів				Змістовий модуль 4-8 балів			С	Р	С		
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
3	3	3	3	3	2	3	15	55 (40+15)	15	30	100

При формі контролю «іспит» на заочній формі навчання

Поточне тестування та самостійна робота							
Модуль 1 – 20 балів							
Змістовий модуль 1-4 балів		Змістовий модуль 2-8 балів				Змістовий модуль 3-8 балів	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
2	2	2	2	2	2	4	4

Поточне тестування та самостійна робота							Разом за модулі та СРС	Підсумковий	Сума	
Модуль 2 – 20 балів										
Змістовий модуль 4-8 балів				Змістовий модуль 4-8 балів			С	Р	С	
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15				
3	3	3	3	3	2	3	30	70 (40+30)	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
69-74	D	
60-68	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

16. Методичне забезпечення

1. Поперечний А. М. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв : підручник для вищ. навч. закл. / А. М. Поперечний, В. О. Потапов, В. Г. Корнійчук. – Київ : Центр учбової літератури, 2012. – 309 с. : табл. – Бібліогр.: с. 297 .
2. Новиков И.И., Боришанский В.М. Теория подобия в термодинамике и теплопередаче.- М: Атомиздат, 1979.- 182с.
3. Лыков А.В. Теплообмен. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1978. - 480 с.
4. Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник. – Харків: ХДАТОХ, 2002. – 420с.
5. Муштаев В. И., Ульянов В. М. Сушка дисперсных материалов. — М.: Химия, 1988. 352 с.
6. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов. Л: "ХИМИЯ", Ленинградское отделение, 1987.- 208с.
7. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая Школа, 1975. - 497 с.
8. Солодов А.П., Цветков Ф.Ф. и др. Практикум по теплопередаче/под ред. А.П. Солодова. М.:Энергоатомиздат, 1986. - 296 с.
9. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі. Дідур В.А., Савченко О.Д., Журавель Д.П., Мовчан С.І. (Під загальною редакцією проф. В.А. Дідура). – Київ, Аграрна освіта, 2009. – 577 с.
10. Малєжик І.Ф., Кулініченко В.Р. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв. Навчальний посібник за редакцією І.Ф. Малєжика. К.:КВУ, 2000.-400 с.
11. Драганов Б.Х., Лазоренко В. А. и др. Курсовое проектирование по теплотехнике и применению теплоты в сельском хозяйстве .-К.: Агропромиздат, 1991. -176с.