

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____ інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра _____ обладнання харчових технологій
(назва кафедри)



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету інженерії
машин, споруд та технологій

Роман ЛЕЩУК
(прізвище та ініціали)

2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

(назва дисципліни)

галузь знань _____ 18 «Виробництво та технології»
(шифр і назва галузі знань/)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський)
(назва)

спеціальність _____ 181 «Харчові технології»
(шифр і назва/)

освітня програма _____ Харчові технології
(назва)

спеціалізація _____
(назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова
(обов'язкова/вибіркова)

Тернопіль - 2024 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни Процеси та апарати харчових
(назва дисципліни)

виробництв

для студентів інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Розробники:

зав. каф. ОХ, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Тетяна ВІТЕНЬКО
(ініціали та прізвище)

доцент, к. т. н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Наталія ЗВАРИЧ
(ініціали та прізвище)

доцент, к. т. н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Олег КРАВЕЦЬ
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та схвалена
на засіданні кафедри

обладнання харчових технологій
(назва кафедри)

Протокол від 27 серпня 2024 року № 1
Завідувач кафедри


(підпис)

Тетяна ВІТЕНЬКО
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та схвалена НМК
факультету

інженерії машин, споруд та технологій

(назва)

Протокол від 30.08 2024 № 1
Голова НМК


(підпис)

Микола СТАШКІВ
(ініціали та прізвище)

Робоча програма погоджена:

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(шифр назва)

Освітня програма Харчові технології
(назва)

Завідувач випускової кафедри


(підпис)

Микола КУХТИН
(ініціали та прізвище)

Гарант освітньої програми


(підпис)

Галина КАРПІК
(ініціали та прізвище)

1. Структура навчальної дисципліни

Показник	Всього годин	
	Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Кількість кредитів/годин	5,0/150	5,0/150
Аудиторні заняття, год.	80	20
Самостійна робота, год.	70	130
Аудиторні заняття:		
• лекції, год.	32	8
• лабораторні заняття, год.	32	8
• практичні заняття, год.	16	4
• семінарські заняття, год.	0	0
Самостійна робота:		
опрацювання лекційного матеріалу	10	30
підготовка до лабораторних (практичних семінарських) занять	10	30
опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	12	32
виконання контрольних завдання	-	-
виконання індивідуальних завдань	-	-
виконання курсових проектів (робіт)	30	30
підготовка та складання заліків, екзаменів, контрольних робіт, рефератів, есе, тестування	8	8
Екзамен	3 семестр	3 семестр

Частка годин самостійної роботи студента:

денна форма навчання - 47 %;

заочна (дистанційна) форма навчання - 87 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни: набуття студентами знань теорії основних процесів, принципів будови і методів розрахунку апаратів і машин, шляхів інтенсифікації процесів, створення нових досконалих конструкцій машин і апаратів, повної механізації та автоматизації процесів виробництва, свідомого і доцільного управління процесами.

2.2. Завдання навчальної дисципліни

За результатами вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

ПР01. Знати і розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі харчових технологій.

ПР02. Виявляти творчу ініціативу та підвищувати свій професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

ПР05. Знати наукові основи технологічних процесів харчових виробництв та закономірності фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних перетворень основних компонентів продовольчої сировини під час технологічного перероблення.

ПР21. Вміти доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу з метою донесення ідей, проблем, рішень і власного досвіду у сфері харчових технологій.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

- інтегральної:

ІНТ: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми технічного і технологічного характеру, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства та у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів харчових технологій.

- загальних:

ЗК01. Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

- фахових:

СК01. Здатність впроваджувати у виробництво технології харчових продуктів на основі розуміння сутності перетворень основних компонентів продовольчої сировини впродовж технологічного процесу.

СК12. Здатність формувати комунікаційну стратегію в галузі харчових технологій, вести професійну дискусію.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Лекційні заняття

№	Тема заняття та короткий зміст	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
5 семестр			
1	Тема 1. ЗМІСТ І ЗАВДАННЯ КУРСУ. Вступ. 1.1 Зміст курсу «Процеси і апарати харчових виробництв». 1.2. Класифікація процесів харчових технологій Розділ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА НАУКОВІ ОСНОВИ КУРСУ Тема 2. Властивості харчових продуктів. 2.1. Основні фізичні властивості. 2.2. Теплофізичні властивості. 2.3. Структурно-механічні властивості.	2	0,5
2	Тема 3. Загальні закономірності технологічних процесів. 3.1. Закони збереження маси й енергії. 3.2. Закони перенесення маси й енергії. Рушійна сила процесів. 3.3. Закони рівноваги. Тема 4. Основи раціональної побудови апаратів Тема 5. Основи теорії подібності та моделювання. 5.1. Методи дослідження та аналізу процесів. 5.2. Основи теорії подібності. Види подібності. 5.3. Теореми подібності. 5.4. Критерії подібності. 5.5. Метод аналізу розмірностей.	2	0,5
3	Розділ 2. ОСНОВИ ГІДРАВЛІКИ Тема 6. Гідростатика. 6.1. Гідростатичний тиск. 6.2. Основне рівняння гідростатики. 6.3. Диференціальне рівняння рівноваги Ейлера. 6.4. Висновки основного рівняння гідростатики. Тема 7. Гідродинаміка. 7.1. Основні положення. 7.2. Швидкість і витрата рідини. 7.3. Режими руху рідин. 7.4. Розподілення швидкостей рідини. 5. Рівняння нерозривності потоку. 6. Рівняння Бернуллі для ідеальної та реальної рідини. 7. Гідравлічні опори.	2	0,5
4	Тема 8. Гідравлічні машини. 8.1. Поняття про гідравлічні машини та їх класифікація. 8.2. Насоси та їх класифікація. 8.3.	2	0,5

	Основні параметри роботи насосів. 8.4. Динамічні насоси. 8.5. Об'ємні насоси. 6. Компресорні машини. Гідростатика. 1.		
5	Розділ 3. ГІДРОМЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ Тема 9. Характеристика та методи оцінки дисперсних систем. 9.1 Класифікація дисперсних систем. 9.2 Степінь дисперсності системи. Середній розмір частинок. 9.3 Основні характеристики розподілу полідисперсних систем. Тема 10. Отримання дисперсних систем. 10.1. Перемішування. 10.2. Диспергування. 10. 3. Піноутворення. 10.4 Псевдозрідження.	2	0,5
6	Тема 11. Розділення дисперсних систем. 11.1. Методи розділення неоднорідних систем. 11.2. Матеріальний баланс процесів розділення. 11.3. Осадження. 11.4. Фільтрування. 11.5. Центрифугування. 11.6. Поділ газових неоднорідних систем.	2	0,5
7	Розділ 4. МЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ Тема 12. Подрібнення. 12.1. Сутність і призначення процесу подрібнення. 12.2. Класифікація способів подрібнення. 12.3. Теорія подрібнення. 12.4. Машини для подрібнення. 12.5. Різальні машини	2	0,5
82	Тема 13. Пресування. 13.1. Сутність та призначення процесу. 13.2. Віджимання рідини. 13. 3. Формування пластичних матеріалів. 13.4. Ущільнювання сипких матеріалів. Гранулювання. Тема 14. Змішування та поділ сипких матеріалів. 14.1. Процес змішування сипких матеріалів. 14.2. Сортування	2	0,5
9	Розділ 5. ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ Тема 15. Основні закономірності теплообміну. 15.1. Завдання та способи теплової обробки харчових продуктів і матеріалів. 15.2. Засоби передавання теплоти та її основні закономірності: передача теплоти теплопровідністю, конвекція, променевий теплообмін, складний теплообмін, теплообмін через розділову стінку (теплопередача), рушійна сила теплових процесів. 15.3. Нагрівання. 15.4. Охолодження. 15.5. Комбіновані методи теплової обробки харчових продуктів. 15.6. Інтенсифікація теплових процесів.	2	0,5
10	Тема 16. Теплообмінні апарати. 16.1. Класифікація теплообмінників. 16.2. Конструкції теплообмінників. 16.3. Розрахунок теплообмінників. Тема 17. Теплові процеси зі зміною агрегатного стану. 17.1. Випаровування. 17.2. Кипіння. 17.3. Випарювання. 17.4. Випарні апарати 17.5. Конденсація. 17.6. Охолодження, заморожування та розморожування	2	0,5
11	Розділ 6. МАСООБМІННІ ПРОЦЕСИ Тема 19. Основні закономірності масообміну. 19.1. Класифікація процесів масообміну. 19.2. Способи масопередачі: молекулярна дифузія, конвективна дифузія, термодифузія, бародифузія. 19.3. Теорія масопередачі. 19.4. Матеріальний баланс масообмінних процесів. 19.5. Подібність процесів масоперенесення.	2	0,5
12	Тема 20 Процеси сорбції. 20.1. Абсорбція. 20.2 Фізичні основи абсорбції. 20.3. Матеріальний баланс процесу абсорбції. 20.4 Абсорбери 20.5. Розрахунок коефіцієнтів масовіддачі та масопередачі. 20.6. Адсорбція. 20.7. Адсорбенти. 20.8. Матеріальний баланс процесу адсорбції. 20.9 Адсорбери. 20.10. Процеси десорбції	2	0,5
13	Тема 21. Екстрагування. 20.1. Характеристика і область застосування процесу. 21.2. Фізична сутність процесу	2	0,5

	екстрагування. 21.3. Матеріальний баланс екстрагування. 21.4. Апарати для екстрагування.		
14	Тема 22. Перегонка та ректифікація. 22.1. Сутність процесу та види перегонки. 22.2 Класифікація бінарних сумішей. Основні закони перегонки. 22.3. Апарати для проведення дистиляції. 22.4 Ректифікація. 22.5 Ректифікація. 22.5. Принцип роботи ректифікаційної колони.	2	0,5
15	Тема 23. Сушіння. 23.1. Загальна характеристика процесу. 23.2. Властивості вологих матеріалів, види зв'язку вологи. 23.3. Динаміка та кінетика процесу сушіння. 23.4. Діаграма стану вологого повітря. 23.5. Матеріальний і тепловий баланси процесу сушіння. 23.6. Способи та види сушіння. 23.7. Основні апарати для сушіння продуктів.	2	0,5
16	Тема 24. Кристалізація та розчинення. 24.1. Сутність процесу кристалізації та область його застосування. 24.2. Механізм та кінетика процесу кристалізації. 24.3. Матеріальний баланс кристалізації. 24.4. Способи кристалізації та кристалізатори. 24.5. Фізична сутність розчинення та область застосування. 24.6. Механізм та кінетика процесу розчинення. 24.7. Способи розчинення та апаратурне оформлення.	2	0,5
Усього годин		32	8

3.2. Лабораторні заняття

№	Тема заняття	Кількість годин	
		ЗФН	ЗФН
1.	Визначення характеристики відцентрового вентилятора.	4	1
2.	Вивчення гідродинаміки псевдозріджених шарів.	2	0,5
3.	Дослідження процесу пресування харчових продуктів	2	0,5
4.	Визначення дисперсного складу подрібнених матеріалів.	2	0,5
5.	Вивчення будови конусної дробарки і визначення основних показників її роботи	4	1
6.	Визначення затрат потужності на перемішування рідини лопатевою мішалкою.	2	0,5
7.	Дослідження процесу теплообміну в апараті типу «Труба в трубі»	2	0,5
8.	Вивчення кінетики сушіння харчових продуктів при атмосферному тиску.	4	1
9.	Дослідження процесу екстракції.	2	0,5
10.	Визначення параметрів простої перегонки	2	0,5
11.	Визначення режимів роботи насадкової колони	2	0,5
12.	Вивчення процесу ректифікації в насадковій колоні періодичної дії.	4	1
Усього годин		32	8

3.3. Практичні заняття

№	Тема заняття	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Гідростатика. Гідродинаміка. Розрахунок гідравлічного преса	2	0,5
2.	Розрахунок фільтрів	2	0,5
3.	Визначення параметрів валкової дробарки	2	0,5
4.	Розрахунок барабанного трієра для очистки зерна	2	0,5
5.	Розрахунок барабанної сушарки	2	0,5
6.	Конструювання кожухотрубного теплообмінника	2	0,5

7.	Вибір і розрахунок випарних апаратів	2	0,5
8.	Розрахунок процесу екстракції	2	0,5
Усього годин		16	4

3.4. Самостійна робота

№	Найменування робіт	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	10	30
2.	Підготовка до практичних занять	4	20
3.	Підготовка до лабораторних робіт	6	10
4.	<p>Опрацювання окремих підрозділів і питань програми, які не виносяться на лекції.</p> <p>1. Властивості харчових продуктів. Особливості визначення властивостей харчових продуктів як складних систем.</p> <p>2. Принцип оптимізації проведення технологічних процесів. Принципи масштабного переходу і моделювання процесів. Принципи раціональної побудови апаратів. Основні вимоги до апаратів. Матеріали для виготовлення апаратів.</p> <p>3. Застосування основного рівняння гідростатики: Гідравлічний прес. Принцип сполучених посудин.</p> <p>4. Місцеві гідравлічні опори. Розрахунок трубопроводів. Витікання рідини. Витікання рідини із резервуарів. Витікання із насадок</p> <p>5. Конструкції і принцип роботи динамічних насосів. Конструкції і принцип роботи об'ємних насосів. Конструкції і принцип роботи компресорних машин.</p> <p>6. Конструкції та принцип роботи апаратів для переміщення.</p> <p>7. Апарати для розділення дисперсних систем під дією гравітаційного поля. Апарати для фільтрування дисперсних систем. Мембранні методи розділення рідинних і газових систем.</p> <p>8. Конструкції та принцип роботи машин для подрібнення, помолу, різання продуктів.</p> <p>9. Конструкцій і принцип роботи пресів періодичної і безперервної дії. Екструдер.</p> <p>10. Схеми шнекових змішувачів для сипких матеріалів. Сортування за розміром частинок. Принцип роботи машин для просіювання. Сортування за формою частинок.</p> <p>11. Передача теплоти теплопровідністю через багат шарову стінку. Особливості використання різних способів нагрівання і охолодження харчових продуктів.</p> <p>12. Особливості конструкції теплообмінників різних видів.</p> <p>13. Однокорпусні випарні апарати. Розрахунок випарного апарата. Багатокорпусні випарні апарати. Особливості роботи апаратів для конденсації, охолодження, заморожування.</p> <p>14. Специфічні теплові процеси. Процес варення. Смаження. Пастеризація. Стерилізація. Регенерація теплоти.</p> <p>15. Особливості застосування різних масообмінних</p>	12	32

	<p>процесів у харчових виробництвах. Рушійна сила масообмінних процесів. Критерії подібності масообмінних процесів.</p> <p>16. Особливості застосування процесу абсорбції у харчових виробництвах. Особливості проведення процесу абсорбції у апаратах різних конструкцій. Особливості застосування процесу абсорбції у харчових виробництвах.</p> <p>17. Ефективність процесу екстрагування. Особливості реалізації процесу екстрагування у апаратах різних конструкцій.</p> <p>18. Ректифікація багатокомпонентних сумішей.</p> <p>19. Спеціальні та перспективні методи сушіння.</p> <p>20 Особливості конструкцій апаратів для кристалізації та розчинення. Способи розчинення та апаратурне оформлення.</p>		
5.	Виконання курсового проекту	30	30
6.	Підготовка та складання заліку, екзамену, тестування	8	8
Усього годин		70	130

3.5. Курсовий проект

Курсовий проект виконується у 6-му семестрі і включає такі основні розділи.

1. Розрахунково-пояснювальна записка, що містить обґрунтування вибраного технічного рішення, розрахунок параметрів процесу, вибір і розрахунок конструкції апарата для його проведення, схеми компоновки в технологічній лінії.

2. Графічна частина – 2 листи формату А1. На першому листі виконується загальний вигляд обладнання. На другому – апаратно-технологічна схема з використанням спроектованого апарата і графіки зміни основних параметрів процесу (температур, концентрацій, тисків) або креслення окремих вузлів і деталей з необхідними розрізами, перерізами.

Об'єм розрахунково-пояснювальної записки – 25-30 сторінок. тексту.

Тематика курсових робіт охоплює всі процеси і апарати, що вивчаються даним курсом. Основні приблизні теми курсового проекту:

1. Розрахунок цукрової дробарки для подрібнення цукрового буряка
2. Розрахунок валкової дробарки для ягід
3. Розрахунок молоткової дробарки для плодів
4. Розрахунок дезінтегратора для зерна
5. Розрахунок та проектування шнекового преса для отримання соняшникової олії.
6. Відстійник безперервної дії для осадження твердих частинок суспензії.
7. Розрахунок нутч-фільтра
8. Розрахунок та проектування пластинчастого фільтр-преса для фільтрування вина
9. Розрахунок барабанного вакуум-фільтра
10. Розрахунок піщаного фільтра для очищення води
11. Розрахунок та проектування випарного апарата для концентрації яблучного соку.
12. Розрахунок теплообмінного апарата типу «труба в трубі» для охолодження молока
13. Розрахунок та проектування пластинчастого теплообмінного апарата для пастеризації молока
14. Розрахунок горизонтального кожухотрубного теплообмінного апарата для охолодження вина
15. Розрахунок вертикального кожухотрубного теплообмінного апарата для нагрівання рідини

16. Розрахунок вертикального кожухотрубного конденсатора
17. Розрахунок спірального теплообмінного апарата
18. Розрахунок змійовикового теплообмінного апарата
19. Розрахунок барабанної сушарки
20. Розрахунок та проектування стрічкової сушарка для овочів і плодів
21. Розрахунок двовальцевої сушарка для фруктів
22. Розрахунок розпилювальної сушарка для молока
23. Розрахунок тунельної сушарки для овочів.
24. Розрахунок сушарки з псевдозрідженим шаром для казеїну
25. Адсорбер з псевдозрідженим шаром
26. Розрахунок та проектування тарілкового абсорбера.

4. Критерії оцінювання результатів навчання студентів

3 семестр

Форма підсумкового семестрового контролю – екзамен

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль	Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота				
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Практична робота Лабораторна робота		15	100
17	20		18	20			
№ лекцій	Вид робіт	Бал	№ лекцій	Вид робіт	Бал	Теоретичний курс	15
Лекція 1- Лекція 8	ПР1	2	Лекція 9 – Лекція 16	ПР5	2		
	ПР2	2		ПР6	2		
	ПР3	2		ПР7	2		
	ПР4	2		ПР8	2		
	ЛР1	2		ЛР7	2	Практичне завдання	10
	ЛР2	2		ЛР8	2		
	ЛР3	2		ЛР9	2		
	ЛР4	2		ЛР10	2		
ЛР5	2	ЛР11	2	Практичне завдання	10		
ЛР6	2	ЛР12	2				

Курсове проектування

Модуль 1		Модуль 2		Підсумковий контроль	Разом за КП
Пояснювальна записка		Графічна частина			
50		25		25	100
Види робіт	К-ть балів	Види робіт	К-ть балів		
Етап 1	50	Етап 2	25		

5. Навчально-методичне забезпечення

1. Методичний посібник до виконання лабораторних робіт з курсу: “Процеси та апарати харчових виробництв” для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 181 «Харчові технології» / О.І. Кравець, В.П. Куц. Тернопіль: ТНТУ, 2021. 110 с.
2. Методичний посібник до виконання курсового проектування з курсу: “Процеси та апарати харчових виробництв” для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 181

- «Харчові технології» та 133 «Галузеве машинобудування» /Укладачі Т.М. Вітенько, О.І. Кравець, Н.М. Зварич. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 40 с.
3. Методичний посібник до виконання практичних робіт з курсу: “Процеси та апарати харчових виробництв” для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 181 «Харчові технології» та 133 «Галузеве машинобудування» /Укладачі Т.М. Вітенько, О.І. Кравець, Н.М. Зварич. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 50 с.

6. Рекомендована література

Базова

1. Процеси та апарати харчових виробництв : підручник / Поперечний А. М., Черевко О. І., Гаркуша В. Б., Кирпиченко Н. В. ; за ред. А. М. Поперечного. К. : Центр учбової літератури, 2007. 304 с.
2. Процеси і апарати харчових виробництв : лабораторний практикум : навч. посібник./ О. І. Черевко та ін. ; Харків : Світ Книг, 2013. 168 с.
3. Лабораторний практикум з дисципліни „Процеси і апарати“: Навчальний посібник. / В.Ф. Ялпачик та ін. Мелітополь : Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 275 с.
4. Малезик І. Ф. Процеси і апарати харчових виробництв : лабораторний практикум. За ред. І. Ф. Малезика. К. : НУХТ, 2006. 224 с.
5. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник /За ред. проф. І.Ф. Малезика. К.: НУХТ, 2003. 400с.

Допоміжна

1. Шалугін В. С., Шмандій В. М. Процеси та апарати промислових технологій : навч. посібник. К. : Центр учбової літератури, 2008. 392 с.
2. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва : навч. посіб. / П. С. Берник та ін. Львів : Львівська політехніка, 2004. 336 с.
3. Куц В.П. Конспект лекцій по курсу „Процеси і апарати харчових виробництв”. Тернопіль, 1996.– 512 с. 66 екз.

7. Інформаційні ресурси

1. Вітенько Т. М., Зварич Н. М., Кравець О. І. Електронний ресурс: Курс «Процеси та апарати харчових виробництв» <http://dl.tntu.edu.ua> , ID:1277

8. Зміни та доповнення до робочої програми навчальної дисципліни

№	Зміст внесених змін (доповнень)	Дата і № протоколу засідання кафедри	Примітки