

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
Кафедра гігієни тварин та основ санітарії**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ:	16 Хімічна та біоінженерія
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ:	162 Біотехнології та біоінженерія
РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ:	Перший (бакалаврський)
ФАКУЛЬТЕТ	Біолого-технологічний

Робоча програма навчальної дисципліни “Процеси та апарати біотехнологічних виробництв” для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 162 – «Біотехнології та біоінженерія» / Укладач: В.В. Чуба, М.М. Федорченко. Біла Церква: БНАУ, 2024. 18 с.

Розробники: Чуба В.В., кандидат технічних наук, доцент, М.М. Федорченко, канд. с.-г. наук, доцент

Робочу програму затверджено на засіданні:
Кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
кафедри гігієни тварин та основ санітарії (протокол № 1 від 8 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки, доктор техн. наук, професор М.І. Трегуб.

Завідувач кафедри доцент, гігієни тварин та основ санітарії,
Доцент Ю.О. Балацький

Схвалено науково-методичною комісією біолого-технологічного факультету
(протокол № 1 від 9 серпня 2024 р.)

Голова науково-методичної комісії, професор С. В. Мерзлов

Гарант освітньої програми, професор С. В. Мерзлов

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	6
3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	6
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв»	8
5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	10
6.1. Лекції	10
6.2. Практичні заняття	12
6.3. Самостійна робота	13
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	14
8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ	14
9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	15
11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ	17
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	18

1. Опис навчальної дисципліни

Згідно з навчальним планом на 2024–2025 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв» для денної форми навчання виділено всього 210 академічних годин (7 кредитів ECTS), у т.ч. аудиторних – 122 години (лекції – 46, практичні заняття – 76), самостійна робота студентів – 88 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

Найменування показників	Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 7	Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»	Обов’язкова
		Рік підготовки:
Змістових модулів – 4	Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – розрахункове		Семестр
		5-й, 6-й
Загальна кількість академічних годин – 210		Лекції
		46 год
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 7,6 самостійної роботи студента – 5,5		Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
	76 год.	
	Самостійна робота	
	88 год	
	Підсумковий контроль: залік, іспит	

Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв» є одною з дисциплін бакалаврської підготовки фахівців-біотехнологів, належить до циклу професійної та практичної підготовки, що призначена надати базові знання в галузі біотехнологічних процесів, що відбуваються в біореакторах на різних стадіях переробки, пов'язаних з виділенням і очисткою цільового біопродукту.

Дана дисципліна допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні таких дисциплін як «Фізика», «Мікробіологія та вірусологія», «Біохімія», та використати їх при вивченні дисципліни «Загальна біотехнологія».

Предметом дисципліни є вивчення основних процесів виробництва біологічно активних речовин, мікробних мас та харчових продуктів за допомогою біологічних агентів із застосуванням наукових та інженерних методів, процесів перенесення маси та енергії, вивчення методів моделювання технологічних процесів. В рамках дисципліни розглядаються базові процеси і апарати, які застосовуються у різноманітних напрямках біотехнології, медицини, та харчових виробництв.

Метою дисципліни є вивчення основних закономірностей процесів біотехнології, виявлення їх спільності і отримання навичок застосування загальних підходів до їх аналізу і розрахунків розуміння глибокої фізичної спільності процесів біологічної технології, основ гідромеханіки, тепло і масопередачі, теорії і практики базових процесів з акцентом на основні закономірності і загальні принципи аналізу, моделювання, розрахунку і оптимізації цих процесів, їх енергозабезпечення і апаратурне оформлення.

Завдання - формування теоретичних знань та практичних навичок у майбутніх фахівців відповідно до поставленої мети, надання здобувачам базових знань про закономірності перебігу технологічних процесів та їх апаратурного оснащення.

1. Ознайомити студентів з методами дослідження проектування біотехнологічних виробництв, використовуючи необхідне інструментальне обладнання та прилади.

2. Надати студентам необхідну інформацію про планування та організацію технологічного процесу, обираючи оптимальних умов впровадження біотехнологій та керування ними згідно сучасних методів контролю технологічних операцій та готової продукції.

3. Ознайомити студентів з формулювання завдання при розробці нових та удосконаленні існуючих біотехнологій та технологічного обладнання для їх впровадження згідно потреб галузі з урахуванням комерційного ефекту.

4. Розглянути питання законодавчої та нормативної бази

виробництва біотехнологічної продукції

4. Вміння планувати експеримент, здатність вибрати методи та засоби для вирішення поставленого завдання з біотехнології і виконання наукових досліджень.

2. ПЕРЕДУМОВА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв» базується на знаннях, отримані при вивченні таких дисциплін як «Фізика», «Мікробіологія та вірусологія», «Біохімія», та використати їх при вивченні дисципліни «Загальна біотехнологія».

3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Біотехнологія» здобувачі повинні набути здатності отримувати такі компетентності:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;

ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК06. Навички здійснення безпечної діяльності;

ЗК07. Прагнення до збереження навколишнього середовища;

СК 11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах;

СК18. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;

СК19. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;

СК20. Здатність складати апаратні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;

СК21. Здатність застосовувати на практиці методи та засоби автоматизованого проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення;

СК24. Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики.

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЄ ДИСЦИПЛІНА

Програмний результат навчання за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія» відповідно до освітньо-професійної програми	Результати навчання з дисципліни
--	----------------------------------

РН01. Вміти відшукувати систематизувати та аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел для вирішення професійних та наукових завдань у сфері харчових технологій.	РН 1. Відшукувати систематизувати та аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел для вирішення професійних та наукових завдань у сфері біології.
РН15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності;	РН15.1 Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів біоенергетичного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності;
РН16. Вміти використовувати знання одержані під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктивний розрахунок і розрахунок технологічного обладнання;	РН16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктивний розрахунок і розрахунок технологічного обладнання;
ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.	19.1. Уміти застосовувати програмні засоби MS Office для технологічних розрахунків. 19.2. Розуміти концептуально-технологічні основи автоматизованого проектування.
РН021. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення	РН21.1. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів сільськогосподарського виробництва.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Змістовий модуль 1.

Гідравлічні, гідромеханічні та теплові процеси.

- Тема 1.1. Предмет та значення науки про процеси і апарати
- Тема 1.2. Основи гідравліки. Гідростатика.
- Тема 1.3. Гідродинаміка. Загальні відомості.
- Тема 1.4. Розділення рідких і газових неоднорідних систем. Осадження.
- Тема 1.5. Фільтрування. Центрифугування. Мембранні процеси розділення.
- Тема 1.6. Перемішування. Псевдозрідження.
- Тема 1.7. Основи теплопередачі. Нагрівання, охолодження, конденсація.

Змістовий модуль 2.

Масообмінні та біохімічні процеси

- Тема 2.1. Основи масопередачі.
- Тема 2.2. Сушіння.
- Тема 2.3. Сорбційні процеси. Перегонка і Ректифікація.
- Тема 2.4. Екстрагування. Кристалізація.

Змістовий модуль 3.

Устаткування виробництв в галузі

Обладнання для механічних, гідромеханічних та теплових процесів.

- Тема 3.1. Гідравлічні машини.
- Тема 3.2. Технологічне обладнання для підготовчої стадії
- Тема 3.3. Розділення рідини і біомаси.
- Тема 3.4. Апарати для очищення газів.
- Тема 3.5. Устаткування для процесів подрібнення.
- Тема 3.6. Теплообмінне обладнання. Устаткування для стерилізації.

Змістовий модуль 4. Обладнання для масообмінних та біохімічних процесів.

Тема 18. Обладнання для проведення процесів сушіння.

- Тема 4.1. Обладнання для проведення процесів абсорбції та адсорбції.
- Тема 4.2. Обладнання для проведення процесів екстракції.
- Тема 4.3. Обладнання для проведення процесів ректифікації.
- Тема 4.4. Обладнання для біотрансформації.
- Тема 4.5. Конструкції реакторів.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л		пр	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Гідравлічні, гідромеханічні та теплові процеси						
Тема 1.1	6	2		2		2
Тема 1.2.	6	2		2		2
Тема 1.3.	6	2		2		2
Тема 1.4.	8	2		2		4
Тема 1.5.	8	2		2		4
Тема 1.6.	10	2		4		4
Тема 1.7.	10	2		4		4
Разом за змістовний модуль 1	54	14		18		22
Змістовий модуль 2. Масообмінні та біохімічні процеси						
Тема 2.1.	12	2		4		6
Тема 2.2.	12	2		4		6
Тема 2.3.	12	2		4		6
Тема 2.4.	12	2		4		6
Разом за змістовний модуль 2	48	8		16		24
Змістовий модуль 3. Обладнання для механічних, гідромеханічних та теплових процесів						
Тема 3.1.	11	2		5		4
Тема 3.2.	11	2		5		4
Тема 3.3.	11	2		5		4
Тема 3.4.	11	2		5		4
Тема 3.5.	11	2		5		4
Тема 3.6.	11	2		5		4
Разом за змістовним модулем 3	66	12		30		24
Змістовний модуль 4. Обладнання для масообмінних та біохімічних процесів						
Тема 4.1.	7	2		2		3
Тема 4.2.	7	2		2		3
Тема 4.3.	7	2		2		3
Тема 4.4.	7	2		2		3
Тема 4.5.	7	2		2		3
Тема 4.6.	7	2		2		3
Разом змістовним модулем за	42	12		12		18
Усього годин	210	46		76		88

6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин
Змістовий модуль 1. Гідравлічні, гідромеханічні та теплові процеси.	
Тема 1.1. Предмет та значення науки про процеси і апарати Виникнення та основні етапи розвитку науки о процесах і апаратах. Основні складові частини та зв'язок цієї дисципліни з іншими науками. Базова термінологія. Принципи класифікації та приклади класифікацій процесів і апаратів біотехнологічних виробництв. Закони збереження маси та енергії, закони переносу, потрібна аналогія Колборна	2
Тема 1.2. Основи гідравліки. Гідростатика. Вступ. Основні методи досліджень. Основні властивості рідини. В'язкість, закон внутрішнього тертя Ньютона. Ньютонівські та не ньютонівські рідини. Масові та поверхневі сили. Сили тиску. Властивості гідростатичного тиску. Основне рівняння гідростатики. Диференційні рівняння Ейлера. Поверхні рівного тиску. Фізичний зміст основного закону гідростатики. Відносний спокій рідини. Тиск рідини на дно та стінки судів. Гідростатичний парадокс.	2
Тема 1.3. Тема 3. Гідродинаміка. Загальні відомості. Загальні відомості. Види руху рідини. Гідравлічні характеристики потоку рідини. Струмінний модель потоку. Поняття живого перерізу, гідравлічного радіусу, еквівалентного діаметру. Рівняння Бернуллі для ідеальної рідини. Геометричний та енергетичний зміст рівняння Бернуллі. Течія реальної рідини. Два режими руху рідини. Фізичний зміст числа Рейнольдса. Рівняння Бернуллі для реальної рідини. Опір потоку рідини. Гідравлічні втрати по довжині потоку. Ламінарний і турбулентний рух. Місцеві опори.	2
Тема 1.4. Розділення рідких і газових неоднорідних систем. Осадження. Неоднорідні системи і методи їх розділення. Матеріальний баланс процесу розділення. Осадження під дією сил тяжіння. Рушійна сила процесу осадження. Розрахунок швидкості осадження. Гравітаційна очистка газів. Очистка газів фільтруванням. Очистка газів під дією відцентрових сил. Мокра очистка газів. Електрична очистка газів. Методи інтенсифікації процесів осадження.	2
Тема 1.5. Фільтрування. Центрифугування. Мембранні процеси розділення. Рушійна сила процесу та способи її створення. Визначення швидкості фільтрування, рівняння фільтрації. Види фільтрування. Центрифугування. Фактор розділення. Мембранні методи: діаліз, електродіаліз. Баромембранні способи: мікрофільтрація, ультрафільтрація, зворотний осмос.	2
Тема 1.6. Перемішування. Псевдозрідження. Загальні відомості. Перемішування в рідких середовищах. Визначення витрат енергії на процес перемішування. Основні процеси псевдозрідження.	2
Тема 1.7. Основи теплопередачі. Нагрівання, охолодження, конденсація. Способи передачі теплоти. Рівняння теплопровідності. Передача теплоти конвекцією. Теплове випромінювання. Теплопередача крізь стінку. Нагрівання гострою та глухою парою. Матеріальний та тепловий баланс процесу. Визначення середньої різниці температур. Нагрівання, охолодження, рідким теплоносієм.	2
Разом за змістовий модуль 1	14

Змістовий модуль 2. Масообмінні та біохімічні процеси	
Тема 2.1. Основи масопередачі. Основні відомості. Молекулярна та конвективна дифузія. Перший та другий закони Фіка. Масопередача. Теорії та рівняння масопередачі.	2
Тема 2.2. Сушіння. Методи теплового сушіння. Параметри вологого повітря. Матеріальний, тепловий баланси конвективного сушіння. Визначення витрат повітря і теплоти на процес сушіння. Варіанти процесу сушіння. Кінетика сушіння. Методи підвищення ефективності.	2
Тема 2.3. Сорбційні процеси. Перегонка і Ректифікація. Загальні відомості. Абсорбенти. Статика та кінетика. Адсорбція та абсорбція. Хемісорбція. Проста перегонка. Ректифікація. Матеріальний і тепловий баланси ректифікації.	2
Тема 2.4. Екстрагування. Кристалізація. Основи теорії. Екстракція в системі рідина — рідина. Екстракція з твердих тіл. Рівновага в процесах. Матеріальний і тепловий баланси кристалізації. Кінетика кристалізації.	2
Разом за змістовий модуль 2	8
Змістовий модуль 3. Устаткування виробництва в галузі Обладнання для механічних, гідромеханічних та теплових процесів.	
Тема 3.1. Гідравлічні машини. Основні визначення. Використання законів гідравліки в гідравлічних машинах. Класифікація гідравлічних машин. Основні конструкції гідравлічних машин. Основне рівняння відцентрових насосів. Робочі характеристики насоса. Робота насоса на мережу.	2
Тема 3.2. Технологічне обладнання для підготовчої стадії Конструкції апаратів для перемішування рідких середовищ. Обладнання для механічного перемішування. Обладнання для потокового перемішування. Барботери. Розрахунок установчої потужності двигуна для механічного перемішування.	2
Тема 3.3. Розділення рідини і біомаси. Основні визначення. Конструкції відстійників та методи їх розрахунку. Конструкції фільтрів. Осаджувальні та фільтруючі центрифуги. Сепаратори.	2
Тема 3.4. Апарати для очищення газів. Основні визначення. Конструкції апаратів для сухої очистки та методи їх розрахунку. Електрофільтри. Циклони. Апарати для мокрої очистки газів.	2
Тема 3.5. Устаткування для процесів подрібнення. Основні визначення. Машини для подрібнення в хімічній технології. Дробарки та млини.	2
Тема 3.6. Теплообмінне обладнання. Устаткування для стерилізації. Новітні конструкції теплообмінних апаратів. Основи розрахунку. Проектні та перевірні розрахунки. Призначення та принцип дії конденсаторівідвідника. Конструкції стерилізаторів. Автоклави. Підготовка стерильного повітря. Підготовка біореактора. Попередня обробка сировини.	2
Разом за змістовий модуль 3	12
Змістовий модуль 4. Обладнання для масообмінних та біохімічних процесів.	
Тема 4.1. Обладнання для проведення процесів сушіння. Класифікація сушарок. Основні елементи устаткування для конвективного сушіння. Конструкції контактних сушарок. Устаткування для сублімаційного сушіння.	2
Тема 4.2. Обладнання для проведення процесів абсорбції та адсорбції. Конструкції абсорберів. Установки для абсорбції. Адсорбери періодичної та безперервної дії. Установки для процесу адсорбції.	2

Тема 4.3. Обладнання для проведення процесів екстракції. Устаткування для рідинної екстракції. Екстракція в батареї дифузорів. Шнековий екстрактор.	2
Тема 4.4. Обладнання для проведення процесів ректифікації. Устаткування для ректифікації. Конструкції ректифікаційних колон. Основні елементи ректифікаційних установок. Способи підвищення енергоефективності ректифікаційних установок.	2
Тема 4.5. Обладнання для біотрансформації. Поточні апарати з мішалками. Апарати з насадкою біокатализатора. Апарати з псевдозрідженою насадкою. Апарати з внутрішнім контейнером біокатализатора.	2
Тема 4.6. Конструкції ореакторів. Реактори системи газ-рідина та рідина-рідина. Реактори для каталітичних процесів. Барботажні та аерліфтні реактори. Послідовність розрахунку реакторів.	2
Разом за змістовий модуль 3	12
Всього	54

6.2. Теми практичних занять

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступний інструктаж. Вимірювальні прилади.	2
2	Досліди Рейнольда (віртуальна)	2
3	Способи визначення витрат рідини.	2
4	Випробування гідравлічного пресу	2
5	Визначення режимів руху рідини	2
6	Визначення гідравлічного опору кожухотрубного теплообмінника.	2
7	Визначення аеродинамічного опору калорифера	2
8	Визначення аеродинамічного опору конвективної сушарки	2
9	Визначення коефіцієнта інжекції і коефіцієнта корисної дії водоструменевого насосу	2
10	Визначення робочих характеристик відцентрового насосу	2
11	Визначення гідростатичного тиску	2
12	Вивчення процесу осадження твердих частинок під дією сил тяжіння	2
13	Випробування надцентрифуги	2
14	Випробування рамного фільтрпресу	2
15	Визначення витрат енергії при механічному перемішуванні рідких середовищ	2
16	Вивчення гідродинаміки псевдозрідженого шару	2
17	Конструкції апаратів для гідромеханічних процесів	2
18	Випробування кожухотрубного теплообмінника	2

19	Дослідження роботи випарної установки	2
20	Випробування автоклава	2
21	Випробування льодогенератора	2
22	Конвективна сушарка.	2
23	Визначення параметрів вологого повітря з використанням діаграми Рамзіна.	4
24	Дослідження процесу сушіння харчових продуктів в НВЧ – сушарці	4
25	Випробування ректифікаційної установки	4
26	Дослідження процесу екстрагування в системі «тверде тіло – рідина».	2
27	Дослідження процесу низькотемпературного концентрування	2
28	Дослідження процесу опріснення методом блочного виморожування.	4
29	Дослідження процесу адсорбції.	4
30	Конструкції масообмінних апаратів	4
31	Конструкції апаратів для культивування мікроорганізмів	4
	Разом	76

6.3. Самостійна робота

Самостійна робота студентів під час вивчення даної дисципліни включає теоретичну підготовку з окремих тем спеціального курсу, що вивчаються в порядку самостійної роботи, а також підготовку до лабораторних занять, що вказані вище.

Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу виконується у бібліотеці, навчальних аудиторіях і лабораторіях, на виробництві, комп'ютерних класах, а також в домашніх умовах.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Предмет та значення науки о процесах і апаратах [1]	2
2	Основи гідравліки. Гідростатика [1]	2
3	Гідродинаміка. Загальні відомості. Рівняння Бернуллі. Гідравлічні опори [1]	2
4	Розділення рідких і газових неоднорідних систем. Осадження. [1]	2
5	Фільтрування. Центрифугування. Мембранні процеси розділення. [1]	2
6	Перемішування. Псевдозрідження. [1]	2
7	Основи теплопередачі. Нагрівання, охолодження, конденсація. [1]	2
8	Концентрування розчинів. [1]	2
9	Основи масо передачі [1]	4
10	Сушіння [1]	4
11	Сорбційні процеси. Перегонка і Ректифікація [1]	4

12	Екстрагування. Кристалізація. [1]	4
13	Культивування мікроорганізмів. Ферментація [1]	4
14	Біотрансформація [1]	4
15	Виділення продуктів біосинтезу. [1]	4
16	Гідравлічні машини [1]	4
17	Технологічне обладнання для підготовчої стадії [1]	4
18	Розділення рідини і біомаси. [1]	4
19	Апарати для очищення газів. [1]	2
20	Устаткування для процесів подрібнення. [1]	4
21	Теплообмінне обладнання. Устаткування для стерилізації. [1]	2
22	Устаткування для концентрації розчинів. [1]	2
23	Обладнання для проведення процесів сушіння. [1]	2
24	Обладнання для проведення процесів абсорбції та адсорбції. [1]	2
25	Обладнання для проведення процесів екстракції. [1]	4
26	Обладнання для проведення процесів ректифікації. [1]	4
27	Обладнання для культивування мікроорганізмів. [1]	2
28	Обладнання для біотрансформації. [1]	4
29	Конструкції біореакторів. [2, 1]	2
30	Обладнання для проведення процесів кристалізації. [1]	2
	Разом	88

До самостійної роботи відноситься:

- [1] – підготовка до лекцій, практичних, семінарських, лабораторних занять;
- [2] – написання рефератів, есе;

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, роздатковий матеріал, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів-практикумів з виконанням ситуаційних та розрахункових завдань – індивідуальних та в групах; лабораторних досліджень; конференцій; ділових та рольових ігор.

8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з предмету «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв» включає тематичне оцінювання та модульний контроль. Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи. Поточний контроль за виконанням ІНДЗ здійснюється відповідно до графіку виконання завдання.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування. Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами

поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів здійснюється у формі заліку за результатами поточного контролю (тематичного оцінювання, виконання ІНДЗ та модульного контролю) і не передбачає обов'язкової присутності студентів. Результати заліку оприлюднюються в журналі академічної групи до початку екзаменаційної сесії.

9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінка за лекційне заняття виставляється за активність студента в дискусії, якість конспекту.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані розрахунки, лабораторні роботи, командні проекти, зроблені доповіді, презентації, реферати, есе, активність під час дискусій.

Під час модульного та підсумкового контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести.

10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

Бали	Критерії оцінювання
«Відмінно»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Добре»	Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.
«Задовільно»	Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 %

	завдань. При цьому здобувач вищої освіти не виявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо певно орієнтується у навчальному матеріалі.
«Незадовільно»	Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом.

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$БПК = \frac{САЗ \times \max Пк}{5}$$

$$БПК = \frac{САЗ * \max ПК}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *max ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».

Критерії оцінювання за дворівневою шкалою

Під час проведення заліку навчальні досягнення студентів оцінюються за дворівневою шкалою: зараховано, незараховано.

Оцінка «зараховано» (60–100 балів) ставиться студентові, який виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за фахом, здатний виконувати завдання, передбаченні програмою, ознайомлений з основною рекомендованою літературою; під час виконання завдань припускається помилок, але демонструє спроможність їх усувати.

Оцінка «незараховано» (1–59 балів) ставиться студентові, який допускає принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може

продовжити навчання чи розпочати професійну діяльність без додаткових занять з відповідної дисципліни.

Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти

За 100-бальною шкалою	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90–100	A	Відмінно	Зараховано
82–89	B	Добре	
75–81	C		
64–74	D	Задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	Незадовільно (незараховано) з можливістю повторного складання	
1–34	F	Незадовільно (незараховано) з обов’язковим повторним вивченням	

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «залік»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	30	10	40	-	100

Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «іспит»

Види робіт	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульний контроль	ІНДЗ	іспит	Загальний бал
Максимально можлива кількість балів	10	20	10	30	-	30	100

11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; навчальна програма дисципліни; мультимедійний супровід матеріалів лекцій та практичних занять.

Матеріальне забезпечення: Мультимедійний проектор “EPSON” EB-S6, Екран Sorar, Проектор, Стенд, Гомогенізатор, Центрифуга.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / за ред. Малежика І.Ф. — К.: НУХТ, 2003. — 400 с.
2. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / Харківська державна академія технології та організації харчування: - Харків, 2002. — 420 с.
3. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина III. Основи проектування мікробіологічних виробництв. - Львів: Вид- во НУ "Львівська політехніка", 2004.
4. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. — Львів: Інтелект-Захід, 2008. — 736 с.
5. Апарати мікробіологічної промисловості [Текст] : навч. посібник /Л. П. Данилов, С.І Самійленко. — Харків : НТУ «ХП», 2008. — 272 с.

Електронні інформаційні ресурси

1. Комплект учбово-методичного забезпечення дисципліни
https://bit.ly/PiA_BT
2. Бібліотека ОНУ <http://lib.onu.edu.ua/>