

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**

**Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів**

**Кафедра молекулярної генетики та біотехнології**

## **СИЛАБУС**

**навчальної дисципліни**

### **ПРОЦЕСИ, АПАРАТИ ТА УСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЦТВ ГАЛУЗІ**

**обов'язкова**

**Освітньо-професійна програма:** Біотехнології та біоінженерія

**Спеціальність:** 162 Біотехнології та біоінженерія

**Галузь знань:** 16 Хімічна та біоінженерія

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

**Мова навчання:** українська

**Розробники:** Череватов В.Ф., к.б.н., доц. кафедри молекулярної генетики та біотехнології

Череватов О.В., к.б.н., асист. кафедри молекулярної генетики та біотехнології

**Профайли викладачів** <http://ibhb.chnu.edu.ua/profile/user/116>,

<http://ibhb.chnu.edu.ua/profile/user/119>

**Контактний тел.** +38-0372- 58-48-41

**E-mail:** [v.cherevatov@chnu.edu.ua](mailto:v.cherevatov@chnu.edu.ua), [o.cherevatov@chnu.edu.ua](mailto:o.cherevatov@chnu.edu.ua)

**Сторінка курсу в Moodle** <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1751>

**Консультації** Онлайн-консультації: Четвер 16.00-17.00.

Очні консультації: за попередньою домовленістю.

Вівторок та п'ятниця з 14.00 до 15.00.

### **1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).**

Навчальна дисципліна «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі» викладається для студентів 2 курсу денної форм навчання. У курсі висвітлюються основні сучасні методи та підходи, які застосовуються у теоретичних розрахунках, проектуванні та оптимізації різних процесів та апаратів біотехнологічних виробництв.

**2. Мета навчальної дисципліни:** засвоєння студентами фізичних основ виробничих процесів, методів теоретичних розрахунків, проектування та оптимізації різних процесів та апаратів біотехнологічних виробництв, отримання комплексу знань, необхідних для свідомого та раціонального використання різних типів апаратів та машин біотехнологічного призначення у майбутній професійній діяльності. Вивчення дисципліни «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі» полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей ефективно вирішувати завдання професійної діяльності, пов'язані з розрахунком розмірів механічних, теплообмінних, масообмінних апаратів і біореакторів, що забезпечуватимуть дотримання заданих значень параметрів виробничих процесів

**3. Пререквізити.** Вивчення курсу базується на знаннях студентів, отриманих під час вивчення наступних дисциплін: фізика, вища математика, загальна мікробіологія та вірусологія, загальна біохімія.

### **4. Результати навчання:**

#### ***Загальні компетентності***

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК07. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

#### ***Фахові компетентності***

ФК10. Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ФК12. Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузі біотехнології.

ФК13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

ФК16. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення (промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського тощо).

ФК18. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

#### ***Програмні результати навчання***

ПР01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

ПР15. 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.

На основі вивчення курсу «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі» студент повинен **знати:**

- теоретичні основи біотехнологічних процесів і принципи дії та облаштування основних типів машин та апаратів, що використовуються;
- загальні принципи розрахунку та призначення технологічних параметрів біотехнологічних процесів та методи підбору апаратів і машин для їх реалізації;

**вміти:**

- здійснювати розрахунки основних розмірів біотехнологічних машин і апаратів;
- розраховувати оптимальні режими процесів і підбирати необхідні для цього машини й апарати.

## 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

| Назва навчальної дисципліни <i>Процеси, апарати та устаткування виробництва галузі</i> |                |         |           |       |                   |                 |           |             |             |                   |                        |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|-----------|-------|-------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| Форма навчання                                                                         | рік підготовки | семестр | Кількість |       |                   | Кількість годин |           |             |             |                   |                        | Вид підсумкового контролю |
|                                                                                        |                |         | кредитів  | годин | змістових модулів | лекції          | практичні | семінарські | лабораторні | самостійна робота | індивідуальні завдання |                           |
| Денна                                                                                  | 2              | 3-4     | 8         | 240   | 4                 | 60              | -         | 30          | 30          | 120               | -                      | екзамен                   |

### 5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                         | Кількість годин     |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------------|---------------------|--------------|-----|-----|-----|------|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|
|                                                       | Денна форма (повна) |              |     |     |     |      | Заочна форма |              |     |     |     |     |
|                                                       | усього              | у тому числі |     |     |     |      | усього       | у тому числі |     |     |     |     |
|                                                       |                     | л            | сем | лаб | інд | с.р. |              | л            | сем | лаб | інд | с.р |
| 1                                                     | 2                   | 3            | 4   | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10  | 11  | 12  | 13  |
| Змістовий модуль 1. Гідромеханічні процеси            |                     |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |     |
| Тема 1. Основні технологічні поняття та визначення    | 5                   | 1            | -   | -   | -   | 4    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 2. Основи гідростатики                           | 12                  | 2            | 3   | 3   | -   | 4    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 3. Режими руху рідин                             | 8                   | 2            | 2   | -   | -   | 4    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 4. Закони руху рідин і гідродинамічна подібність | 6                   | 2            | -   | -   | -   | 4    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 5. Гідродинамічні процеси в умовах виробництва   | 6                   | 2            | -   | -   | -   | 4    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 6. Насоси та компресори                          | 9                   | 2            | 3   | -   | -   | 4    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 7. Відстоювання та фільтрування                  | 8                   | 2            | 3   | -   | -   | 3    |              |              |     |     |     |     |
| Тема 8. Центрифугування та очищення газів             | 9                   | 2            | 4   | -   | -   | 3    |              |              |     |     |     |     |
| Разом за змістовим модулем 1                          | 63                  | 15           | 15  | 3   | -   | 30   |              |              |     |     |     |     |
| Змістовий модуль 2. Теплові процеси                   |                     |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |     |
| Тема 9. Основи теплопередачі                          | 13                  | 3            | 4   | -   | -   | 6    |              |              |     |     |     |     |

|                                                                       |     |    |    |    |   |     |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|---|-----|--|--|--|--|--|--|
| Тема 10. Види передачі тепла                                          | 11  | 3  | 2  | -  | - | 6   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 11. Нагріваючі агенти та теплообмінники                          | 20  | 3  | 3  | 8  | - | 6   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 12. Випарювання                                                  | 17  | 3  | 2  | 6  | - | 6   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 13. Холодильні процеси                                           | 13  | 3  | 4  | -  | - | 6   |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 2                                          | 74  | 15 | 15 | 12 | - | 30  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовий модуль 3. Масообмінні процеси</b>                        |     |    |    |    |   |     |  |  |  |  |  |  |
| Тема 14. Основи масопередачі                                          | 10  | 3  | -  | 2  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 15. Розрахунки параметрів масопередачі                           | 9   | 2  | -  | 2  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 16. Абсорбція                                                    | 7   | 2  | -  | -  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 17. Перегонка                                                    | 18  | 2  | -  | 11 | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 18. Ректифікація                                                 | 9   | 4  | -  | -  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 19. Екстракція                                                   | 7   | 2  | -  | -  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 20. Екстракція на виробництві                                    | 7   | 2  | -  | -  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 21. Адсорбція                                                    | 7   | 2  | -  | -  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 22. Теоретичні основи сушіння                                    | 6   | 1  | -  | -  | - | 5   |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 3                                          | 80  | 20 | -  | 15 | - | 45  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовий модуль 4. Біохімічні (ферментаційні) процеси</b>         |     |    |    |    |   |     |  |  |  |  |  |  |
| Тема 23. Обладнання періодичної дії для культивування мікроорганізмів | 12  | 5  | -  | -  | - | 7   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 24. Обладнання неперервної дії для культивування мікроорганізмів | 13  | 5  | -  | -  | - | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 4                                          | 23  | 10 | -  | -  | - | 15  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Усього годин</b>                                                   | 240 | 60 | 30 | 30 | - | 120 |  |  |  |  |  |  |

### 5.3. Зміст завдань для самостійної роботи

| № з/п  | Назва теми                                                                                                                                                                          |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НЕ 1.1 | 1. Коефіцієнти перерахунку одиниць вимірювання фізичних величин                                                                                                                     |
| НЕ 1.2 | 1. Конструкції приладів для визначення тиску у трубопроводах<br>2. Принципи розрахунку трубопроводів                                                                                |
| НЕ 1.3 | 1. Гідродинаміка двохфазних потоків                                                                                                                                                 |
| НЕ 1.4 | 1. Гідродинаміка псевдорідких шарів<br>2. Рух рідини через нерухомі зернисті та пористі шари<br>3. Течіння неньютонівських рідин                                                    |
| НЕ 1.6 | 1. Области застосування різних типів насосів<br>2. Порівняння ефективності використання різних типів компресорних машин                                                             |
| НЕ 1.7 | 1. Розрахунок фільтрів                                                                                                                                                              |
| НЕ 1.8 | 1. Розрахунок центрифуг<br>2. Механічні та пневматичні перемішуючі пристрої                                                                                                         |
| НЕ 2.1 | 1. Нагрівання електричним струмом                                                                                                                                                   |
| НЕ 2.2 | 1. Класифікація та використання занурювальних електронагрівачів                                                                                                                     |
| НЕ 2.3 | 1. Застосування різних способів нагрівання                                                                                                                                          |
| НЕ 2.4 | 1. Розрахунок багатокорпусних випарних апаратів                                                                                                                                     |
| НЕ 2.5 | 1. Конденсація парів<br>2. Охолодження до низьких температур<br>3. Порівняння основних циклів глибокого охолодження<br>4. Конструкції низькотемпературних охолоджувальних установок |
| НЕ 3.1 | 1. Рівновага при кристалізації<br>2. Швидкість кристалізації                                                                                                                        |
| НЕ 3.2 | 1. Розрахунок основних розмірів масообмінних апаратів<br>2. Способи кристалізації                                                                                                   |
| НЕ 3.4 | 1. Спеціальні види перегонки                                                                                                                                                        |
| НЕ 3.5 | 1. Розрахунок ректифікаційних установок                                                                                                                                             |
| НЕ 3.6 | 1. Розрахунок екстракційних апаратів                                                                                                                                                |
| НЕ 3.8 | 1. Процеси десорбції<br>2. Класифікація та розрахунок мембранних установок<br>3. Характеристики іонообмінних сорбентів<br>4. Розрахунок адсорберів                                  |
| НЕ 3.9 | 1. Спеціальні види сушіння та типи сушарок                                                                                                                                          |
| НЕ 4.1 | 1. Принцип розрахунку теплової потужності, що виникає під час синтезу біомаси та теплообмінного пристрою ферментера<br>2. Матеріали для виготовлення ферментерів                    |
| НЕ 4.2 | 1. Ферментери для поверхневого культивування<br>2. Підготовка поживного середовища                                                                                                  |

\* ІНДЗ – для змістового модуля, або в цілому для навчальної дисципліни за рішенням кафедри (викладача).

### 6. Система контролю та оцінювання

#### Види та форми контролю

Усне опитування, тестовий контроль, письмове опитування з використанням елементів порівняльного аналізу, робота у групах (інтерактивне заняття).

Підсумковий контроль – екзамен.

### Засоби оцінювання

1. Усне опитування на семінарських заняттях.
2. Письмове опитування.
3. Тестові завдання.
4. Визначення рівня індивідуальної та групової готовності (інтерактивне заняття).
5. Розв'язування ситуативних завдань різного рівня складності.
6. Колоквіум (проміжний та підсумковий контроль).

## 7. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

### 7.1. Критерії оцінювання підсумкової роботи за шкалою ECTS

**40 балів** – вичерпна відповідь на всі теоретичні питання, правильний розв'язок запропонованої задачі та тестів;

**30 балів** – допущення окремих неточностей та наявність незначних помилок у відповідях;

**20 балів** – відповідь неповна, наявність суттєвих помилок при розв'язанні задачі і тестів;

**10 балів** – надання окремих правильних положень з теоретичних питань, допущення грубих помилок при розв'язання запропонованих задачі і тестів.

**0 балів** – відсутність будь-яких правильних відповідей на запропоновані теоретичні і практичні завдання.

### 7.2. Критерії оцінювання розв'язку поточного практичного завдання за національною шкалою та шкалою ECTS

4 – виявлення всіх помилок, зроблених у завданні, вичерпна і коректна аргументація зроблених виправлень,

3 – виявлення всіх помилок, зроблених у завданні, однак неповна аргументація зроблених виправлень,

2 – неповне виявлення допущених у завданні помилок, та слабка їх аргументація,

1 – виявлення та аргументація окремих помилок у запропонованому завданні,

0 – відповідь відсутня або неправильний розв'язок завдання.

### 7.3. Критерії оцінювання усної відповіді за національною шкалою та шкалою ECTS

4 – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом,

3 – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,

2 – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань матеріалу,

1 – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,

0 – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

### 7.4. Критерії оцінювання тестових завдань

4 – правильний розв'язок тестового завдання,

3 – наявність третини неправильних відповідей (правильні та неповні відповіді),

2 – наявність половини правильних відповідей,

1 – переважання неправильних відповідей,

0 – завдання розв'язано неправильно.

### Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |    |    |    |    |  |                    |     |     |     |     |                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                    |                    |                    | Підсумковий контроль | Сума |
|-----------------------------------------|----|----|----|----|----|----|--|--------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------|
| Змістовий модуль 1                      |    |    |    |    |    |    |  | Змістовий модуль 2 |     |     |     |     | Змістовий модуль 3 |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Змістовий модуль 4 | Змістовий модуль 5 | Змістовий модуль 5 |                      |      |
| T1                                      | T2 | T3 | T4 | T5 | T7 | T8 |  | T9                 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14                | T15 | T16 | T17 | T18 | T19 | T20 | T21 | T22 | T23 | T24                | T25                | T26                |                      |      |
| 1                                       | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |  | 2                  | 2   | 2   | 2   | 2   | 2                  | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 3   | 3                  | 12                 | 10                 | 40                   | 100  |

## **8. Рекомендована література - основна**

1. Berk, Z. Food process engineering and technology. Academic press, 2018. 622 p.
2. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Є. П. Желібо, М. А. Овраменко, В. М. Буслик [та ін.]. - [2-ге вид., зі змінами й допов.]. - К. : Кондор, 2009. – 519 с.
3. Солтис М. М., Закордонський В.П. Теоретичні основи процесів хімічної технології: Навч. посібник. – Л.: Вид. центр ЛНУ, 2003. – 429 с.
4. Шалугін В. С., Шмандій В. М. Процеси та апарати промислових технологій: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: Центр учбової л-ри, 2008. – 386 с.
5. Філімонова І.А. Процеси та апарати харчових виробництв: Навч.-мет.посібник для самостійної роботи студентів / І.А.Філімонова // – Умань: видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2014. – 105 с.

## **Допоміжна**

1. Горячев Г. В. Математичні моделі та методи комп'ютерного моделювання процесу екстрагування цукру в похилому дифузійному апараті – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 131 с.
2. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Процеси та апарати харчового виробництва» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування». /Укл.: Білоус О.І. – Кам'янське: ДДТУ, 2019р. – 67с.
3. Підгорський В. С. Інтенсифікація технологій мікробного синтезу: монографія – К.: Наук. думка, 2010. – 327 с.
4. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. Ф. Петько, О. І. Гапонюк, Є. В. Петько, А. В. Уляницький; за ред. О. І. Гапонюка. – К. : Центр учбової л-ри, 2007. – 431 с.
5. Хімічна технологія та моделювання технологічних процесів: Метод. вказівки до практикуму / М-во освіти і науки України, Чернівець. нац. ун-т ім. Ю.Федьковича ; Уклад. О.С. Лявинець, А.Ф. Чобан, Т.М. Михайловська. – Чернівці : Рута, 2003. – 52 с.
6. Хімічна технологія та моделювання технологічних процесів: метод. посіб. / М-во освіти і науки України, Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича; [уклад. О. С. Лявинець]. - Чернівці : Рута, 2008. – 96 с. : ілюстр.
7. Хімічна технологія. Виробничі процеси: метод. посіб. / М-во освіти і науки України, Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича; [уклад. О. С. Лявинець]. - Чернівці : ЧНУ, 2009. – 104 с.

## **9. Інформаційні ресурси**

1. [http://kooptex.org/bibl\\_tehmol\\_vid/Protsesy\\_i\\_aparaty/Cherevko\\_Poperechnyy\\_Protsesy\\_i\\_aparaty\\_kharchovykh\\_vyrobnystv.pdf](http://kooptex.org/bibl_tehmol_vid/Protsesy_i_aparaty/Cherevko_Poperechnyy_Protsesy_i_aparaty_kharchovykh_vyrobnystv.pdf) – Процеси і апарати харчових виробництв.
2. <http://e-learning.chnu.edu.ua> – сайт Чернівецького національного університету, дистанційне навчання.